LEHRBUCH

DER

PHOTOGRAPHIE.

Nach Vorlesungen

gehalten

an der Königlichen Gewerbe-Akademie zu Berlin

von

Dr. Hermann Vogel,

Lehrer der Photographie an der Königl. Gewerbe-Akademie zu Berlin, Vorsitzendem des Photographischen Vereins zu Berlin, Redacteur der Photographischen Mittheilungen, Mitglied der internationalen Jury der Pariser Ausstellung von 1867.

In drei Abtheilungen.

Erste Abtheilung.

Photochemie und Photographische Optik.

Mit einer Farben- und einer photographischen Tafel und in den Text gedruckten Holzschnitt-Illustrationen.

Berlin
Louis Gerschel Verlagsbuchhandlung
(Prefspolizeilich verantwortlich Robert Oppenheim)
1867.

Einleitung.

Bei aufmerksamer Betrachtung der Geschichte der Erfindungen wird man wenige Zeitalter finden, die so reich an neuen Ideen und Thatsachen sind, als die hinter uns liegenden 100 Jahre.

Mit dem Aufschwunge der erklärenden Naturwissenschaften Chemie und Physik begann ein neues lebendiges Regen und Streben, indem man die Errungenschaften derselben auf das Leben, auf die Industrie anzuwenden suchte. So entstand die Dampfmaschine, die Gas-, Schwefelsäure- und Sodafabrikation, die Bereitung des Rübenzuckers, die Fabrikation des Ultramarins, zahlreicher anderer Entdeckungen nicht zu gedenken, bei denen man die physikalischen und chemischen Wirkungen der Wärme in neuer Form nutzbar zu machen suchte.

In gleicher Weise sehen wir eine andere, früher nicht benutzte Naturkraft für die Industrie wirksam eintreten: Die Electricität! Weber schuf den electromagnetischen Telegraphen, Jacoby die Galvanoplastik.

Endlich schuf uns die Neuzeit eine Kunst, worin die chemische Wirkung des Lichtes das Hauptagens bildet. Diese Kunst ist die Photographie. Erst 25 Jahre existirt dieselbe und dennoch dürfen wir sagen, dafs keine Erfindung dieses Jahrhunderts seit ihrem ersten Auftreten eine so grofsartige Entwickelung erfahren, einen so gewaltigen Einflufs auf unsere socialen, künstlerischen und wissenschaftlichen Verhältnisse ausgeübt hat, wie diese. Anfangs eine blofse Portraitirkunst, hat sich ihre Anwendung in neuerer Zeit fast auf alle Zweige des menschlichen Könnens und Wissens ausgedehnt. Sie liefert — ein Naturselbstdruck im weitesten Sinne des Wortes — dem Naturforscher getreue Abbildungen von Thieren, Pflanzen, Mineralien, dem Geographen Grundlagen zur Entwerfung seiner Karten; sie fertigt dem Ingenieur in wenigen Minuten getreue Copieen seiner complicirtesten Maschinen und Reproductionen seiner Zeichnungen und Pläne, zu deren Herstellung der geschickteste Zeichner Wochen bedürfen würde, sie liefert ihm authentische Grundlagen zur Entwerfung von Plänen und Karten; sie wird mit grofsem Erfolg angewendet in der Lithographie, Porzellanmalerei, sie dient dem Künstler zur Vervielfältigung seiner Schöpfungen und macht dieselben in Copieen von unnachahm-

licher Treue für einen billigen Preis auch dem Unbemittelten zugänglich; dadurch ist sie ein ebenso wichtiges Hülfsmittel zur Bildung des Volkes im Bereiche der Kunst, wie es die Buchdruckerkunst ist im Bereiche der Wissenschaft.

Betrachten wir kurz den Entwicklungsgang dieser Kunst. Es giebt viele Erfindungen, die durch Zufall, durch die Gunst des Augenblicks gemacht worden sind, z. B. das Schiefspulver, das Fernrohr, die Ablenkung der Magnetnadel durch den galvanischen Strom. Andere dagegen erforderten jahrelanges Nachdenken und Experimentiren, ehe sie fertig an's Licht treten, zu diesen gehört auch die Photographie.

Schon lange war es bekannt, dafs das Chlorsilber sich dunkel färbt, sobald es an das Licht gebracht wird. Ebenso wufste man schon vor langer Zeit, dafs Papier, Haut etc. mit Silberlösung benetz, sich im Sonnenlichte dunkel färben. Aber erst im Anfange dieses Jahrhunderts kam man auf die Idee, auf Grund dieser Thatsache Bilder durch das Licht zu erzeugen.

Zwei Engländer, Wedgewood und Davy, machten die ersten Versuche der Art im Jahre 1802. Sie badeten ein Stück Papier in Silberauflösung, legten es mit einem dunklen Gegenstande, z. B. einer Silhouette bedeckt in die Sonne. Alle Stellen, die nicht durch die dunkle Silhouette geschützt waren, färbten sich dabei braun, die andern blieben weifs und so erhielten sie ein weifses Bild der Silhouette auf braunem Grunde. Das war das erste Lichtbild.

Leider waren diese Bilder nicht von langer Dauer. Der hell gebliebene Theil schwärzte sich später durch weitere Einwirkungen des Lichtes und so verschwand das Bild durch Einflufs desselben Agens, welchem es seine Erzeugung verdankte.

Davy hat auf diese Weise die Bilder des Sonnenmikroskops photographisch aufgenommen.

Fast gleichzeitig mit Wedgewood und Davy verfolgte ein Mann in Frankreich, Niépce, die Idee, Lichtbilder zu erzeugen.

Seit dem Jahre 1814 arbeitete er unablässig und experimentirte jahrelang, kam jedoch nur schrittweise dem Ziel seiner Wünsche: Herstellung eines dauerhaften Lichtbildes näher.

Während nach der Methode von Wedgewood und Davy nur flache Gegenstände, die mit dem empfindlichen Papiere zusammengeprefst in die Sonne gelegt wurden, copirt werden konnten, z. B. Blätter, Zeichnungen etc., erstrebte Niépce die Aufnahme aller Gegenstände in der Natur, Portraits, Landschaften etc. Dies gelang ihm mit Hülfe der Camera obscura, die der Physiker Porta im sechszehnten Jahrhundert erfunden hatte.

Schon Wedgewood hatte die Idee, die reizenden Bilder dieses Instrumentes mit seinem Papiere aufzunehmen, dasselbe erwies sich jedoch als zu unempfindlich. Niépce nahm deshalb seine Zuflucht

zu einem anderen lichtempfindlichen Präparat, einer Auflösung von Asphalt in Lavendelöl. Mit solcher Lösung überzog er eine Metallplatte und exponirte dieselbe in der Camera stundenlang. Alle vom Licht getroffenen Stellen des Ueberzuges wurden dadurch unlöslich, blieben bei nachherigem Behandeln der Platte mit ätherischen Oelen zurück und lieferten so ein Bild!

So erzeugte Niépce schon im Jahre 1826 unvollkommene Lichtbilder, sogenannte Heliographieen, deren Herstellung jedoch zu umständlich und schwierig war, um praktisch nützlich zu sein.

Im Jahre 1829 verband sich Niépce mit Daguerre, der dasselbe Ziel wie er verfolgte, und beide Männer arbeiteten gemeinschaftlich bis zum Jahre 1833, wo Niépce, voll Kummer über seine 20jährigen und dennoch nicht vollendeten Untersuchungen, starb. Daguerre wurde der alleinige Erbe seiner Ideen und wenige Jahre nach Niépce's Tode hatte er das grofse Problem, mit Hülfe des Lichtes auf eine einfache, leicht ausführbare Weise dauerhafte Bilder herzustellen, gelöst und im Jahre 1838 legte er den drei Mitgliedern der Pariser Akademie Humboldt, Biot und Arago die ersten Proben dieser Lichtbilder vor.

Dieselben erregten enormes Aufsehen, Jedermann war begierig, die geheimnifsvolle Art der Erzeugung dieser Bilder kennen zu lernen. Durch Verwendung Arago's wurde Daguerre veranlafst, sein Verfahren zu veröffentlichen und ihm dafür eine lebenslängliche jährliche Pension von 6000 Francs von Seiten der Regierung ausgesetzt. Gleichzeitig erhielt der Sohn von Niépce eine Pension von 4000 Francs. Am 19. August 1839 wurde das Geheimnifs der Erzeugung dieser Bilder in der öffentlichen Sitzung der Akademie der Welt offenbart. Der Zulauf zu dieser Sitzung war ungeheuer. Alles, was Paris in Wissenschaft und Kunst an Berühmtheiten besafs, hatte sich im Palais Mazarin versammelt, drinnen war es gedrängt voll, Tausende, die keinen Einlafs erhalten hatten, belagerten die Thür. Schnell waren die Nachrichten über diese neue Entdeckung durch die geschäftigen Zeitungen in der ganzen Welt verbreitet und binnen wenigen Jahren fanden sich Jünger der neuen Kunst in allen Hauptstädten Europas.

Daguerre erreichte seinen Zweck auf ganz andere Weise als vor ihm Niépce und Wedgewood.

Er wandte als lichtempfindliche Substanz das Jodsilber an, welches er durch Einwirkung von Joddämpfen auf eine Silberplatte erzeugte. Der Lichteindruck, den solche Jodsilberplatte in der Camera obscura annimmt, ist anfangs nicht sichtbar, sobald aber die Platte Quecksilberdämpfen ausgesetzt wird, erscheint das Bild in allen seinen Details.

Das ist ein Cardinalpunkt in Daguerre's Erfindung. Während alle Experimentatoren vor ihm durch Wirkung des Lichtes allein

sogleich ein sichtbares Bild zu erhalten suchten, machte er einen an und für sich unsichtbaren Lichteindruck durch Einführung einer secundären Operation — der sogenannten Hervorrufung oder Entwicklung — sichtbar. Auf diese Weise hatte er nur nöthig, ganz kurze Zeit zu belichten, um ein Bild zu erhalten; dadurch wurde die Photographie erst für unruhige Gegenstände möglich.

Während nun die Daguerreotypie (so wurde die neue Kunst zu Ehren ihres Erfinders genannt) ihren Triumphzug durch Europa hielt, lebte in England ein reicher Privatmann, Fox Talbot, der dasselbe Ziel wie Daguerre, jedoch auf einem ganz andern Wege verfolgte. Um dieselbe Zeit, im Januar 1839, als Daguerre seine ersten Bilder den Mitgliedern der Pariser Akademie vorlegte, machte Talbot der Londoner Königlichen Societät Mittheilung über eine Methode, Bilder mit Hülfe des Lichtes zu vervielfältigen. Anknüpfend an Wedgewood's Versuche nahm er mit Kochsalz imprägnirtes Papier, liefs dieses auf einer Silberauflösung schwimmen und legte das so mit Chlorsilber und salpetersaurem Silberoxyd getränkte Papier, das bedeutend lichtempfindlicher ist, als das Wedgewood'sche, mit dem zu copirenden Kupferstich bedeckt in die Sonne. Diese schien durch alle weifsen Stellen des Bildes hindurch, färbte die darunter liegenden Theile schwarz und so entstand ein weifses Bild auf schwarzem Grunde — ein Negativ, welches in ganz gleicher Weise wie der Kupferstich, mit einem zweiten Stück empfindlichen Papiers in die Sonne gelegt — ein positives Bild lieferte. Dieser Procefs konnte beliebig oft wiederholt werden und so konnte man von einem einzigen Negativ zahlreiche positive Abzüge erhalten.

Durch diese Erfindung Talbot's tritt die Photographie ein in die Reihe der vervielfältigenden Künste.

Nach dem Bekanntwerden der Daguerre'schen Entdeckung suchte Talbot auch Camerabilder auf Papier aufzunehmen. Er liefs Papier auf Jodkalium-, dann auf Silberlösung schwimmen, belichtete dieses, so mit Jodsilber und Silbernitrat getränkte Papier in der Camera. Auf diese Weise erhält man schon nach kurzer Belichtung ein unsichtbares Bild, welches in ähnlicher Weise wie bei Daguerre's Verfahren durch Anwendung einer Entwicklung — Talbot nahm dazu eine Mischung von Gallussäure und Silbersalz — sichtbar gemacht werden kann. Die Gallussäure reducirt hier das Silbersalz, es schlägt sich metallisches Silber in fein zertheilter Form und schwarzer Farbe nieder und hängt sich an alle vom Licht getroffenen Stellen. So entstand ein negatives Bild, das in der vorher beschriebenen Art zur Erzeugung positiver Bilder verwendet wurde. Dieses Verfahren veröffentlichte Talbot 1841.

Talbot's Bilder erschienen jedoch, mit den Daguerre'schen verglichen, so roh und unvollkommen, dafs sein Verfahren mehr für eine

Curiosität galt und anfangs wenig beachtet wurde. Die rauhe Textur des Papieres liefs die Zartheiten nicht zu, die sich auf den spiegelblank polirten Daguerre'schen Platten erzeugen liefsen.

Es kam aber bald anders.

Niépce de St. Victor, ein Neffe von Nicophore Niépce, dem Freunde Daguerre's, nahm nach Herschel's Vorgange statt des Papieres Glasplatten als Träger der lichtempfindlichen Jodsilberschicht. Er überzog dieselben mit jodkaliumhaltigem Eiweifs, tauchte sie dann in ein Silberbad und erhielt so eine lichtempfindliche sehr homogene Schicht, auf welcher er Bilder von viel gröfserer Zartheit erzeugen konnte als auf Papier. Dennoch war die Darstellung der Bilder mit grofsen Schwierigkeiten verknüpft.

Inzwischen wurde durch Schönbein und Böttcher die Schiefsbaumwolle entdeckt. Dieselbe bewährte sich nicht als Ersatzmittel des Schiefspulvers, fand aber dafür eine wichtige Anwendung in der Heilkunde. Man erkannte, dafs sich dieser Körper in Alkoholäther auflöst und dafs diese Auflösung, Collodium genannt, beim Verdunsten ein durchsichtiges Häutchen zurückläfst, welches als Heftpflaster ganz vortreffliche Dienste leistet.

Legray versuchte 1850 zuerst diese Schiefsbaumwollenlösung in der Niépce'schen Weise statt des Eiweifses als Träger der lichtempfindlichen Silbersalze anzuwenden, kam aber nicht damit zu Stande. Glücklicher waren Archer und Fry in England. Ihre Versuche wurden mit bestem Erfolg gekrönt und 1851 veröffentlichte Archer eine vollständige Beschreibung seines neuen Collodiumverfahrens, das an Schönheit der Resultate dem Niépce'schen Eiweifsverfahren nichts nachgab, dasselbe aber an Einfachheit und Sicherheit weit übertraf. Archer überzog Plangläser mit Collodium, welches Jodsalze aufgelöst enthielt, tauchte diese in eine Silberauflösung und erhielt so auf der Glasplatte ein zartes mit lichtempfindlichem Jodsilber getränktes Häutchen, welches in ähnlicher Weise wie das Talbot'sche Papier angewendet ein Negativbild von aufserordentlicher Schärfe und Feinheit lieferte und in Folge dessen die Erzeugung trefflicher Positivbilder auf Papier nach der oben beschriebenen Weise in beliebiger Anzahl erlaubte. Jetzt wurde das Daguerre'sche Verfahren vollständig aus dem Felde geschlagen. Der Collodiumprocefs verbreitete sich allgemein, wurde im Laufe der Zeit immer mehr und mehr vervollkommnet und ist jetzt der ausschliefslich angewendete.

Diese grofse Verbreitung verdankt er zunächst, neben seiner Feinheit, seiner leichten Ausführbarkeit, dann dem Vortheil, dafs die Collodiumbilder auf einfache Weise vervielfältigt werden können, was Daguerre's Platten nicht gestatten.

Diese Umstände allein wären aber nicht hinreichend gewesen, ihm den Vorrang vor Daguerre's Verfahren zu verschaffen. Mit Hülfe

der Collodiumplatten erhielt man zunächst ja nur ein negatives Bild. Es mufste ein einfaches und leichtes Mittel gefunden werden, danach Positive mit allen Feinheiten, die in den Negativen enthalten waren, abzudrucken und dies erreichte man durch besondere Präparation des Talbot'schen Papieres. Man überzog dasselbe mit Eiweifs, das schon Niépce mit Erfolg zur Präparation der Negativplatten angewendet hatte und so schuf man in dem Albuminpapier ein Mittel zum Abziehen trefflicher Positive. Collodium für den Negativprocefs, Albuminpapier für den Positivprocefs bilden jetzt die wichtigsten Grundlagen unserer photographischen Bilder.

Neben diesen allmähligen Vervollkommnungen wirkten aber noch andere Umstände wesentlich zur Hebung der Photographie mit.

Man verbesserte die optischen Apparate, welche zur Bilderzeugung in der Camera dienten. Petzval schuf 1841 das Doppelobjectiv, welches aufserordentliche Lichtstärke mit correcter Zeichnung vereinigt. Es erlaubte Gegenstände in sehr kurzer Expositionszeit aufzunehmen und dadurch wurde erst die Portraitphotographie auf ihre hohe Stufe der Vollkommenheit gebracht.

Gleichzeitig lernte man die photographischen Chemikalien in grofser Reinheit und Billigkeit herstellen; man studirte die Wirkung der bereits bekannten, suchte die unvollkommneren durch neue wirksamere zu ersetzen.

Fizeau, Claudet und Gaudin entdeckten die gröfsere Empfindlichkeit der Mischungen von Jodsilber mit Bromsilber event. Chlorsilber in der Daguerreotypie. Goddard führte Mischungen von Jod- und Bromsilber auch im Collodiumprocefs ein.

Herschel gab in dem unterschwefligsauren Natron ein Mittel, die lichtempfindlichen Silbersalze aus den Photographieen aufzulösen und somit die Bilder auf eine sichere Weise zu fixiren.

Fizeau lieferte in den Goldtonbädern ein Mittel, die unschöne Farbe der Bilder zu verbessern und sie zugleich haltbarer zu machen.

Diesen und noch zahlreichen Entdeckungen ist es zu danken, dafs die photographischen Operationen so leicht und handlich geworden sind, dafs sich jeder nur einigermafsen geschickte Mensch in kurzer Zeit dieselben aneignen kann. In Folge dessen widmeten sich, zugleich in der Hoffnung auf leichten und sicheren Geldgewinn, eine enorme Anzahl von Leuten der neuen Kunst. Die Erfindung der Visitenkartenportraits machte die Photographie populär, schaarenweise strömte das Publikum in die Ateliers, die allmählig gleich Pilzen aus der Erde wuchsen. In gleicher Weise hob sich die Fabrikation der zur Ausübung der Photographie nöthigen Apparate und Chemikalien. Es entstanden Tischlerwerkstätten, die sich nur mit der Herstellung von photographischen Apparaten, optische Anstalten, die sich nur mit Fertigung photographischer Linsen, Maschinenfabriken, die sich mit

Erbauung der zur Vollendung der Bilder nöthigen Satinirmaschinen beschäftigten, und Rahmenfabriken, welche die nöthigen Einfassungen für die Bilder in grofsen Quantitäten lieferten. So geniefsen jetzt Millionen von Menschen direct und indirect die Früchte der segensreichen Erfindungen Daguerre's und Talbot's.

Zahlreiche Jünger derselben sind jetzt gleichzeitig beschäftigt, die noch unerklärten physikalischen und chemischen Processe, auf denen diese Kunst beruht, zu ergründen, ihr neue Zweige der Anwendung zu öffnen und ihre noch bestehenden Unvollkommenheiten zu beseitigen. Täglich treten neue Vorschläge in dieser Hinsicht auf und 3 photographische Zeitschriften existiren allein in Deutschland, um diese neuen Entdeckungen zu registriren und aller Welt zu verkünden. Leicht ist es möglich, dafs in ähnlicher Weise, wie vor 10 Jahren das Talbot'sche Verfahren das Daguerre'sche aus dem Felde geschlagen hat, auch das erstere wieder durch ein neueres vollkommneres bei Seite gedrängt wird. Bereits liegen eine Reihe interessanter Versuche von Niépce de St. Victor, Bequerel und Poitevin vor, Photographieen in natürlichen Farben herzustellen, deren Fixirung freilich bis jetzt noch nicht gelungen ist. Bedeutungsvoller und von besserem Erfolge gekrönt sind die Versuche, die in dem jetzt üblichen Processe nöthigen theuren Silbersalze durch billigere Materialien zu ersetzen. So versuchte Herschel zuerst die Eisen-, Niépce de St. Victor (und Burnett) zuerst die Uransalze, Mungo Ponton zuerst die chromsauren Salze als lichtempfindliche Substanzen in der Photographie anzuwenden. Die bisher damit gemachten Versuche haben bereits beachtenswerthe Resultate ergeben. Namentlich ist es das zuerst von Poitevin eingeführte, auf der Lichtempfindlichkeit des chromsauren Kalis beruhende Kohlecopirverfahren, welches unserer Meinung nach von allen neuen Druckprocessen die gröfste Beachtung verdient.

In ungeahntem Mafsstabe sucht man aber die Productivität der Photographie durch Combination derselben mit Metall- und Steindruck zu erweitern. Fizeau war der erste, der eine Daguerreotypplatte zu ätzen und dadurch geeignet für den Kupferdruck zu machen suchte. Er lieferte bereits 1844 solche „Heliographieen". Fox Talbot versuchte das photographische Bild mit grofsem Erfolg auf Stahl zu übertragen und so photographische Stahlstiche zu liefern. Poitevin versuchte in gleicher Weise die Herstellung von Photolithographieen, ein Verfahren, was neuerdings von Osborne, Toovey, James, Asser, Lemercier, Burchardt u. A. auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit gehoben worden ist. Das Problem, Zeichnungen in Linienmanier danach zu reproduciren, ist bereits gelöst und findet schon die allge-

*) Nicophore Niépce soll schon von seinen mit Asphalt überzogenen Platten Abdrücke gemacht haben.

meinste Anwendung. Die Wiedergabe der Halbtöne auf diesem Wege ist jedoch noch mit Schwierigkeiten verbunden, deren Hinwegräumung von zahlreichen Forschern mit Eifer angestrebt wird.

Während des Druckes dieses Buches geht uns schon die Kunde zu von einer neuen wichtigen Entdeckung in dieser Hinsicht, die eine grofse Umwälzung in unserem Metalldruckverfahren vorzubereiten scheint — es ist Woodbury's Reliefdruck; und gleichzeitig erhalten wir Proben von neuen optisch-photographischen Instrumenten, erfunden von Busch, Steinheil, Dallmeyer, welche die Leistungsfähigkeit der Photographie in wunderbarer Weise erweitern.

Es mufs dem speciellen Theile unseres Lehrbuches vorbehalten bleiben, über diese neuen Entdeckungen ausführlicher zu berichten. Hier sollte nur ein übersichtliches Bild des Entwicklungsganges der Photographie geliefert werden.

Das Studium der Photographie.

Wie aus der im vorigen Capitel übersichtlich geschilderten Geschichte der Photographie hervorgeht, sind die Operationen derselben, namentlich des Collodiumverfahrens, so einfach, dafs jeder nur einigermafsen geschickte Mensch sich dieselben leicht aneignen und so mit Erfolg ausüben kann. Wir sehen das im Leben an Tausenden von Leuten, welche ohne alle Vorkenntnisse die Photographie praktisch ausüben und oft mit grofsem Geschick. Für solche sind die zahlreichen Lehrbücher geschrieben, welche nichts als das Handwerksmäfsige der Photographie enthalten. Nun geht aber ebensowohl aus dem vorhergehenden Capitel hervor, dafs die photographischen Operationen wesentlich auf physikalisch-chemischen Processen beruhen und daraus ergiebt sich von selbst, dafs ein Photograph, der die unter seinen Händen täglich vor sich gehenden Processe verstehen und erklären und nach seinem Belieben dirigiren will, physikalische und noch mehr chemische Kenntnisse besitzen mufs. Dafs Tausende von Photographen auch ohne dieselben im Stande sind, treffliche Bilder zu liefern, lehrt allerdings die Erfahrung. Es ist das aber nicht nur in ihrer Geschicklichkeit, sondern auch darin zu suchen, dafs ihnen die Mechaniker so vortreffliche Apparate und die Chemiker so vortreffliche Präparate liefern; schleicht sich aber — und das kommt oft genug vor — hier irgend eine Unregelmäfsigkeit ein, gehen die üblichen Processe nicht nach der Schablone vor sich, so stehen die nicht mit chemischen Kenntnissen Ausgerüsteten rathlos da und erst nach langem, mühsamen, kostspieligen und planlosen Hin- und Hertappen gelingt es ihnen zuweilen, sich von der Ursache des Uebels Rechenschaft zu geben und dasselbe zu beseitigen. In sofern sind chemische Kenntnisse für den Photographen eine unbedingte Nothwendigkeit. Freilich giebt es umgekehrt tüchtige Chemiker genug, die als Photographen kein gescheutes Bild zu fertigen im Stande sind. Hier fehlt es wieder an Technik, an der nöthigen Umsicht und Sauberkeit oder oft an gründlicheren chemischen Kenntnissen, indem in den gewöhnlichen Lehrcursen der Chemie die photographisch chemischen Processe im

höchsten Grade stiefmütterlich behandelt, ja oft ganz und gar mit Stillschweigen übergangen werden.

Physikalische und chemische Kenntnisse würden, mit tüchtiger Technik vereinigt, für den, welcher die Photographie nur in der Wissenschaft und Industrie anwenden will, ausreichen.

Für den Fachphotographen aber, welcher nicht blofs technisch gute, sondern auch schöne Bilder liefern will, ist noch ein drittes Element nothwendig.

Wir sehen oft aus der Hand anerkannt tüchtiger Photographen Bilder hervorgehen, welche dennoch von dem Besteller abscheulich befunden werden. Er tadelt vielleicht bei einem Portrait die schlechte Haltung, das unschöne Arrangement, die unangenehmen schwarzen Schatten in den Augen, unter Nase und Kinn, die dem Ganzen ein hartes, dem Original unähnliches Aussehen geben, wenn auch im Uebrigen das Bild sauber und technisch tadellos ausgeführt ist.

Technik und chemische Kenntnisse genügen demnach nicht, um ein schönes Bild zu liefern, hierzu gehört auch noch Sinn für malerische Anordnung und Beleuchtung. Besitzt ein Photograph diesen nicht, so bringen die besten Chemikalien, die ausgebildetste Technik kein schönes Bild hervor. Letztere kann sich Jeder durch Uebung aneignen, chemische Kenntnisse anlernen, aber Geschmack, künstlerisches Gefühl lernt man nimmer, das mufs einem angeboren sein. Studium kann dieses nicht schaffen, sondern nur ausbilden. Wer hier nicht von der gütigen Mutter Natur die Gabe erhalten hat, das Schöne zu schauen mit geistigem Auge uud das Bild seines Geistes sichtbar zu reproduciren an lebendigen Gestalten, der wird nun und nimmermehr Künstler werden, sondern nur ein photographischer Handwerker.*)

So sehen wir denn dreierlei für den Photographen nothwendig:

1) Chemische Kenntnisse (physikalische einbegriffen), damit er die Processe verstehen lerne, welche täglich unter seinen Händen vor sich gehen und durch seine Kenntnisse selbst die Macht gewinne, dieselben nach seinem Belieben zu leiten.
2) Technik, d. h. gründliche Uebung in den mechanischen Operationen.
3) Geschmack zur Herstellung künstlerisch schöner Bilder.

---

*) Wir wollen damit aber nicht Denjenigen, welche diesen Mangel in sich fühlen, den Muth rauben. Wie in der Malerei kleine Künstler neben grofsen dennoch ihr Publicum finden, und in bescheidener Sphäre Gutes leisten, so auch in der Photographie. Und selbst derjenige, welchem die Natur natürlichen Kunstsinn ganz versagt haben sollte, kann durch eifriges Studium und durch Nachahmen der Vorbilder grofser Meister dennoch bis auf einen gewissen Punkt den natürlichen Mangel ersetzen.

Daraus ergeben sich denn die drei Abtheilungen, aus denen ein umfassendes Lehrbuch der Photographie bestehen mufs, ganz von selbst. Dasselbe mufs enthalten:

1) Die Theorie der Photographie, d. i. Betrachtung der chemischen und physikalischen Grundlehren, worauf das Technische dieser Kunst beruht.
2) Die Praxis der Photographie, d. i. die Beschreibung der praktischen Operationen.
3) Die Kunst der Photographie, d. i. Erörterung der Grundsätze, auf denen die Herstellung künstlerisch schöner Bilder beruht.

Durch diese Eintheilung unterscheidet sich unser Lehrbuch wesentlich von den bisher vorhandenen.

Theorie der Photographie.

Erstes Capitel.

Physikalische Wirkungen des Lichtes.

Photographie ist die Kunst, mit Hülfe der directen Wirkung des Lichtes auf eine Fläche ein Bild zu erzeugen.

Sie basirt auf den Veränderungen, welche das Licht auszuüben im Stande ist. Nun sind alle Veränderungen in der Natur entweder stofflich, dann nennt man sie chemische Veränderungen, oder nicht stofflich, dann nennt man sie physikalische.

Biegt man oder zerbricht man einen Holzstab, so ändert man dessen Form, die Substanz des Holzes bleibt jedoch dieselbe, Biegen, Brechen sind demnach physikalische Veränderungen.

Entzündet man aber den Holzstab, so verbrennt er, Rauch steigt auf, Kohle bleibt zurück, oft genau von der Form des verbrannten Holzstückes; hier wird der Stoff des Holzes total verändert, Verbrennen ist demnach eine chemische Veränderung.

Das Licht bewirkt beide Arten von Veränderungen, physikalische und chemische.

Betrachten wir zunächst die ersteren.

Unter den physikalischen Veränderungen, welche das Licht ausübt, ist zuerst die Phosphorescenz zu nennen. Viele Körper, wie Diamant, Flufsspath, weifses Papier, Eierschaalen, der bononische Stein (eine Art Schwerspath), leuchten im Dunkeln, wenn sie vorher von der Sonne beschienen worden sind. Die Erscheinung zeigt sich auch in verschlossenen Gläsern selbst unter Wasser und Oel. Interessant ist es, dafs die stark brechbaren blauen, violetten und ultravioletten Strahlen diese Phosphorescenz am stärksten bewirken. Wir werden später sehen, dafs diese Strahlen auch in photographischer Hinsicht die wirksamsten sind.

Und ähnlich wie in der Photographie, so ist auch hier oft eine Belichtung von nur wenigen Secunden hinreichend, um das Maximum der Wirkung, d. h. der Leuchtkraft hervorzubringen.

Eine andere physikalische Wirkung des Lichtes ist das Magnetisch-

werden von zur Hälfte bedeckten Stahlnadeln, wenn dieselben längere Zeit dem Lichte ausgesetzt werden.

Ferner ist hier das Zerfallen der rothen Krystalle des Realgars zu erwähnen, welches nach längerer Belichtung derselben, selbst in verschlossenen Glasröhren stattfindet. Hier wirkt das Licht rein mechanisch. Die Krystalle verwandeln sich in ein gelbes Pulver, als wenn sie in einem Mörser zerstampft worden wären.

Am merkwürdigsten für unser Gebiet ist aber die Wirkung des Lichtes auf blank polirte Flächen.

Bedeckt man Glas- oder Metallplatten mit einem sie nicht berührenden durchbrochenen Schirm und setzt sie so einige Zeit dem Sonnenlichte aus, so wird die Platte zwar nicht sichtbar verändert, haucht man aber auf dieselbe, so verdichtet sich der Wasserdunst am stärksten an den belichteten Stellen und man erhält so ein Bild des Schirmes.

Ganz analog verhalten sich Quecksilberdämpfe in Bezug auf Metallplatten.

Das Licht ertheilt daher gewissen Körpern die Eigenschaft, Dämpfe zu condensiren. Diese Erscheinung ist dem Entwicklungsprocesse in der Daguerreotypie sehr nahe verwandt (siehe Einleitung) und läſst die Vermuthung, daſs dort die Wirkung des Lichtes auf Jodsilberplatten ganz analog der auf Silberplatten, d. h. rein physikalisch sei, nicht ganz ungerechtfertigt erscheinen. Moser, der dieses Gebiet der Lichtwirkungen vielfach durchforscht hat, weist nach, daſs man solche Erscheinungen auf Kupfer, Silber, Glas, Elfenbein etc. hervorbringen könne, und sagt auf Grund seiner Erfahrungen:

> Licht wirkt auf alle Körper und man kann seine Wirkung prüfen durch Dämpfe, die an der Substanz adhäriren.

Hierher gehören auch die Erscheinungen der Condensirung von Kampher- und Wasserdämpfen.

Setzt man Flaschen, auf deren Boden sich etwas Kampher oder Wasser befindet, an das Sonnenlicht, so condensiren sich die Dämpfe der Substanzen vorzugsweise an der belichteten Seite, obgleich diese die wärmere ist.

Bei dieser Gelegenheit muſs noch eine andere Klasse von Erscheinungen besprochen werden, die von Moser beobachtet und studirt und von diesem ebenfalls einer Lichtwirkung zugeschrieben wurde.

Legt man auf eine frisch polirte Silberplatte einen Metallstempel, läſst ihn einige Stunden darauf liegen und behaucht alsdann die Platte, so erhält man ein deutliches Abbild des Stempels, indem sich der Hauch überall da condensirt, wo Metall und Stempel nicht in unmittelbarer Berührung waren. Ebenso kann man das Bild mit Quecksilberdämpfen sichtbar machen. Dieselbe Erscheinnng beobachtet man,

wenn Platte und Stempel nicht in unmittelbarer Berührung, sondern in Papierdicke von einander entfernt sind, sie findet ebenso gut statt im Hellen wie im Dunkeln, und Moser zog daraus den Schlufs, dafs diese Hauchbilder durch ein unsichtbares Licht erzeugt würden, welches von dem Stempel ausstrahlt. Eine ganz ähnliche Erscheinung bemerkt man in Taschenuhren. Auf der Innenseite der Rückenwand derselben beobachtet man öfter ein deutliches Abbild der gegenüberstehenden Schlüssellöcher.

Oft sind diese Hauchbilder von merkwürdiger Schärfe. Waidele wies nach, dafs nicht das Licht, sondern die Adhäsionsverhältnisse Ursache der Entstehung dieser Bilder sind. So gut wie viele Körper durch Eintauchen in Wasser sich mit einer Wasserschicht umgeben, d. h. nafs werden, so umgeben sich dieselben beim Verweilen im lufterfüllten Raume mit einer Schicht verdichteter Luft, sie condensiren Gase und Dämpfe an ihrer Oberfläche. Diese Gasschicht ist oft nur schwierig zu entfernen, sie erweist sich z. B. als in hohem Grade störend beim Füllen von Barometerröhren, wo die festgehaltene Luft in die Torricellische Leere steigt.

Man kann diese Luftschicht nur durch eifriges Putzen und Poliren oder Erhitzen entfernen. Stellt man nun auf eine rein polirte Platte eine andere nicht polirte, reliefartig ausgeschnittene, z. B. ein Petschaft, so suchen die reinen Stellen der Platte die gegenüber befindlichen Gastheilchen von den ihnen näheren erhabenen Theilen des Reliefs herüberzuziehen. Haucht man nun auf die Metallplatte, so werden die Wasserdämpfe sich an den Stellen, die schon ganz mit Gas umhüllt sind, am wenigsten verdichten, mehr an den noch reinen, und so entsteht denn ein Hauchbild des Stempels.

Dafs die Erscheinung wirklich auf der Gashülle basirt, beweist der Umstand, dafs sie nicht eintritt, wenn beide Körper, Platte und Stempel, rein geputzt sind, ebenso nicht im luftleeren Raume.

Niépce de St. Victor, dessen Namen wir noch mehrfach zu nennen Gelegenheit haben werden, beschrieb eine andere, wie es scheint, hierher gehörige Klasse von Erscheinungen.

Er exponirte mit Kochsalz bestrichene matte Porzellanscheiben oder Papierstreifen und fand, dafs beim Betupfen derselben mit Silberlösung im Dunkeln das auf den belichteten Stellen sich bildende Chlorsilber dunkel erschien, als wenn es selbst belichtet worden wäre. Er schreibt diese Erscheinung einem „Latentwerden“ des Lichtes zu. Doch ist es wahrscheinlich, dafs hier Ozonbildung und ähnliche Einflüsse wesentlich mitwirken.

Zum Schlufs wollen wir die schon öfter beobachteten Veränderungen erwähnen, welche compacte Glasmassen im Lichte erleiden.

Faraday führt an, dafs das violette Manganglas sich im Lichte langsam purpurn färbe.

Auch bei andern Gläsern, namentlich bei den in photographischen Ateliers gebrauchten, hat man allmählige Veränderungen in ihrer Durchsichtigkeit für verschiedene farbige Strahlen wahrgenommen. Es ist wohl möglich, dafs diese Erscheinungen nicht blofs Aenderungen des Molecularzustandes sind, sondern in das Gebiet der chemischen Wirkungen des Lichtes gehören, die wir im nächsten Capitel betrachten wollen.

Zweites Capitel.

Photochemie
oder
Lehre von den chemischen Wirkungen des Lichtes.

Während die physikalischen Wirkungen des Lichtes nicht eben jedem Auge klar zu Tage liegen, sehen wir die chemischen Wirkungen des Lichtes sich hundertfach im gewöhnlichen Leben in augenfälliger Weise äufsern. Jedermann kennt ja das Verbleichen und Verschiefsen unserer farbigen Kleiderstoffe im Lichte und dafs dieses eine Wirkung des Lichtes ist, geht ja am eclatantesten daraus hervor, dafs die dem Lichte weniger exponirten Falten nicht verbleichen.

Weniger bekannt dürfte es sein, dafs selbst feste Mineralien verschiefsen und verbleichen. Der Chrysopras leidet im Lichte. Rothe Hyazinthe werden bräunlich und die bräunlichen sibirischen Topase werden blafsgelb.*)

Andere Massen färben sich dagegen im Lichte dunkler, so z. B. Mahagoniholz, Kiehnholz. Letzteres zeigt nicht selten nach Jahren Copieen darauf geklebter Papierbilder. Ja selbst gewöhnliches weifses Papier färbt sich im Lichte mit der Zeit gelb, wie man an eingerahmten Kupferstichen, Cartons etc. öfter sehen kann. Das Gelbwerden mancher Photographieen, das man sonst gewöhnlich schlechtem Auswaschen zuschreibt, hat oft darin seinen Grund. Es giebt Photographieen, wo der Carton, auf den sie gezogen sind, mit der Zeit gelb wird, während das Bild selbst weifs bleibt.

Es sind dies Beispiele von chemischen Veränderungen, die freilich noch nicht so gründlich studirt sind, dafs man sie in Formeln ausdrücken könnte.

Besser Bescheid wissen wir mit einer Reihe chemischer Lichtwirkungen in der unorganischen Chemie und diese sollen im Folgenden specieller beschrieben werden.

*) Dies hat Herr Geheimrath Gustav Rose an dem schönen sibirischen Topase seines Cabinets zu nicht geringem Leidwesen erfahren.

Erster Abschnitt.

Wirkung des Lichtes auf Nichtmetalle und deren Verbindungen.

Schon auf *Elemente* kann das Licht modificirend einwirken und als interessantes Beispiel steht die Umwandlung des *gelben Phosphors in rothen* da, die ebenso gut durch Licht als durch Wärme bewirkt wird. Selbst Auflösungen des Phosphors in ätherischen Oelen werden durch das Licht zersetzt, indem sich unlöslicher rother Phosphor ausscheidet.

Ein anderes Beispiel der durch das Licht bewirkten Modification eines Elements ist die Bildung des *Ozons*. Schüttelt man Terpentinöl mit Sauerstoff bei Einwirkung des Lichtes, so wird der Sauerstoff *ozonisirt*. Es ist wahrscheinlich, dafs solche Ozonisirungen unter Einflufs des Lichtes auch bei Gegenwart anderer oxydirbaren organischen Körper vor sich gehen (s. o. Niépce latentes Licht, S. 14).

Diese Beispiele stehen bis jetzt vereinzelt da. Zahlreicher sind die durch das Licht bewirkten *chemischen Verbindungen* und *Zersetzungen*.

Hier sind es nun vor allen die drei Salzbilder *Chlor*, *Brom* und *Jod*, die für die chemische Wirkung des Lichtes die interessantesten Beispiele liefern. Am lichtempfindlichsten unter diesen ist sowohl in seinen Verbindungen als in den von ihm bewirkten Zersetzungen das *Chlor*.

Die Mischung desselben mit Wasserstoff verbindet sich chemisch im Sonnenlicht unter *Explosion*. Bei diffusem Lichte geht die Verbindung nur langsam vor sich. Unter rothem, gelbem und grünem Glase erfolgt sie *nicht*, dagegen wohl unter violettem und blauem. Bunsen und Roscoe haben neuerdings die Mischung von Chlorgas und Wasserstoffgas oder, wie sie es nennen, Chlorknallgas zur Bestimmung der Intensität der chemischen Wirkung des Lichtes angewendet. Sie lassen das zu messende Licht auf ein graduirtes mit Chlorknallgas und Wasser gefülltes Gefäfs wirken. Es bildet sich Salzsäure, die vom Wasser absorbirt wird. Aus der Menge des verschwundenen Gases machen sie einen Schlufs auf die Stärke der chemischen Wirkung der Lichtquelle. Wir werden die Methode noch später beschreiben.

Brom und Wasserstoff und Jod und Wasserstoff vereinigen sich *nicht* im Licht.

Das Vereinigungsbestreben des Chlors mit Wasserstoff *im Licht* tritt noch bei anderen Phänomenen in auffallender Weise zu Tage.

Chlorwasser wird im Licht zersetzt, es bildet sich Chlorwasserstoffsäure und Sauerstoff scheidet sich aus.

$$HO + Cl = HCl + O.$$

Leichtes Kohlenwasserstoffgas, mit Chlorgas gemengt, explodirt im Sonnenlicht unter Ausscheidung von Kohle, in zerstreutem Licht entsteht Kohlenstoffsuperchlorid.

Essigsäure wird im Licht durch Chlor in Monochloressigsäure übergeführt, bei starkem Licht in Trichloressigsäure.

$$C_4 H_3 O_3 HO + 2 Cl = C_4 \frac{H_2}{Cl} O_3, HO + HCl.$$

Auch andern Körpern gegenüber zeigt Chlor unter Einfluſs des Lichtes ein energisches Vereinigungsbestreben. So vereinigt sich Chlor mit Kohlenoxydgas zu Phosgengas (CO Cl), und mit schwefliger Säure zu Chlorschwefelsäure (SO Cl).

Als ein anderes Beispiel führen wir hier die von Seely nachgewiesene Thatsache an, daſs die Verbindung des Kautschuks mit Schwefel (die Vulkanisirung) ebenso gut durch das Licht als durch Wärme bewirkt wird.

Während so das Licht die Verwandtschaft gewisser Körper zu einander bedeutend erhöht, vermindert es die Verwandtschaft anderer und bewirkt so chemische Zersetzungen.

So zerfällt Unterchlorsäure ($Cl O_4$) im Lichte in ihre Bestandtheile.

Auch die Verwandtschaft des Chlors zu verschiedenen Metallen wird im Lichte so weit vermindert, daſs eine Trennung stattfindet. Wir kommen weiter unten darauf zurück.

Noch verschiedene andere Verbindungen zeigen die Eigenthümlichkeit des Zerfallens im Licht.

So zerfällt die concentrirteste Salpetersäure im Licht in Untersalpetersäure und Sauerstoff.

Auch der flüssige Phosphorwasserstoff zerfällt im Licht.

Zweiter Abschnitt.

Die Wirkung des Lichtes auf Metallverbindungen.

Im vorigen Capitel haben wir einerseits Verbindungen, anderseits Zersetzungen unter Mithülfe des Lichtes vor sich gehen sehen. In Bezug auf Metallverbindungen sind es hauptsächlich Zersetzungen, welche das Licht veranlaſst, Reductionen der Metalloxyde, Chloride, Bromide etc. zu Metallen event. Suboxyden, Subchloriden etc.

Die Wirkungen des Lichtes auf Metallverbindungen sind in vielen Stücken denen der Wärme analog.

Es giebt Verbindungen, welche unmittelbar durch Wärme zersetzt werden, z. B. Quecksilberoxyd, Silberoxyd, die durch bloſse Erwärmung in ihre Bestandtheile zerfallen; andere dagegen werden durch die Wärme nur zersetzt bei Gegenwart eines Körpers, der sich mit einem der freiwerdenden Bestandtheile verbindet, so Kupferoxyd, Eisenoxyd bei Gegenwart von Wasserstoff.

Aehnlich sind die Wirkungen des Lichtes. Gewisse Körper (wie Silberoxyd, Chlorsilber, Quecksilberoxyd) werden direct durch das Licht zersetzt, andere nur bei Gegenwart eines Körpers, der sich dabei mit einem der freiwerdenden Bestandtheile verbindet, so z. B. Eisenchlorid, chromsaure Salze etc., diese werden im Licht zersetzt bei Gegenwart von organischen Substanzen (Aether, Papier etc.), welche die freiwerdenden Bestandtheile (Sauerstoff oder Chlor) absorbiren; Wasser bei Gegenwart von Chlor, das sich mit dem sich entwickelnden Wasserstoff zu Chlorwasserstoff verbindet (s. o.). Diese fremden Substanzen, welche die Zersetzung vieler Körper durch das Licht bedingen, spielen in der Photographie eine wichtige Rolle, selbst dann, wenn man mit einem direct lichtempfindlichen Körper zu thun hat, dessen Zersetzung bei Gegenwart solcher Substanzen eine viel energischere ist.

Man hat den tiefgehenden Einfluſs solcher Beimengungen früher vielfach verkannt und daher kam es denn, daſs die Angaben verschiedener Forscher über die Zersetzung mancher Körper im Lichte oft sehr verschieden ausfielen.

So stritt man bis in die neueste Zeit darüber, ob Chlorsilber im Licht zu einem Subchlorür oder zu Metall reducirt werde. Verfasser dieses hat nachgewiesen, daſs beides richtig ist, je nachdem man reines Chlorsilber oder Chlorsilber auf Papier gestrichen dem Licht exponirt. Die organische Papierfaser wirkt hierbei direct oder indirect Chlor absorbirend.

Daher denn der bedeutende Einfluſs, den die Präparation des Papieres, des Collodions etc. auf photographische Processe ausüben.

Man kann demnach die lichtempfindlichen Metallverbindungen in zwei Klassen theilen, in direct lichtempfindliche, die für sich allein durch Wirkung des Lichtes zerlegt werden, und in indirect lichtempfindliche, die nur bei Gegenwart eines Körpers zersetzt werden, der sich mit einem der freiwerdenden Bestandtheile verbindet.

Betrachten wir zunächst

die Verbindungen der Leichtmetalle.

Von diesen sind allerdings nur wenige lichtempfindlich. Direct nachgewiesen ist die Lichtempfindlichkeit beim Jodkalium, Jodnatrium und Jodammon, welche sich zwar theils im festen Zustande wie Jodammon, theils in wässerigen Lösungen durch Einfluſs des Lichtes unter Jodausscheidung zersetzen. Es ist wahrscheinlich, daſs dies auch mit den so leicht zersetzbaren Jodverbindungen der Erdmetalle eintritt.

Man kann diese Zersetzung der Jodmetalle im Lichte zur Bilderzeugung benutzen. Tränkt man mit Stärke geleimtes Papier mit

Jodkalium und exponirt dieses unter einem Negativ, so erhält man eine blaue Copie in Jodstärke, die freilich nicht von langer Dauer ist.

Die Zersetzbarkeit dieser Jodmetalle im Lichte kommt höchstens indirect in Betracht, indem sie die Haltbarkeit damit präparirter Collodien bedingt und das Aufbewahren derselben im Dunkeln räthlich erscheinen läſst.

Wichtiger als dieses für die Photographie sind

die Verbindungen der Schwermetalle.

Unter diesen sind es namentlich die höheren Oxydations- und Chlorungsstufen von Eisen, Chrom, Uran und Kupfer, sowie der edlen Metalle, Gold, Silber, Platina, welche gründlicher untersucht sind und theilweise bereits eine wichtige Anwendung in der Praxis gefunden haben.

Verbindungen des Eisens.

Eisen bildet mit Sauerstoff und Säuren resp. Salzbildern zwei Reihen von Salzen, Eisenoxydul- und Eisenoxydsalze, denen die Chlorüre, Chloride, Bromüre, Bromide etc. entsprechen.

Die Eisenoxydulsalze sind weiſs oder grünlich von Farbe (das oxalsaure Eisenoxydul ist gelb), gewöhnlich mit Oxydsalz verunreinigt und dadurch dunkler gefärbt (wie der im Handel vorkommende Eisenvitriol, der im reinsten Zustande fast weiſs erscheint). Sie zeichnen sich durch ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff aus, in Folge dessen oxydiren sie sich leicht an der Luft und verwandeln sich zum Theil in basische Oxydsalze, ebenso entziehen sie manchen Metallsalzen ihren Sauerstoff und schlagen die Metalle aus ihren Lösungen nieder. Mischt man z. B. Goldlösung oder Silberlösung mit Eisenoxydulsalzlösungen (z. B. Eisenvitriol), so schlagen sich die Metalle in Pulverform nieder, darauf beruht die Ausfällung des Goldes aus seinen Lösungen (Verarbeitung der Goldrückstände) und der photographische Entwicklungsproceſs beim Collodionverfahren (s. u.).

(Eisenchlorür reducirt Silberlösungen nicht, sondern fällt aus diesen Chlorsilber.)

Aetzende und kohlensaure Alkalien geben mit Eisenoxydullösungen grüne Niederschläge, die sich schnell dunkler färben. Gelbes Blutlaugensalz giebt einen weiſsen, schnell blau werdenden Niederschlag, rothes Blutlaugensalz einen blauen: Turnbullblau ($Fe_2 Cy_3$ 3 Fe Cy). Dieser ist photographisch wichtig (s. u.).

Die Eisenoxydsalze sind im wasserhaltigen Zustande, wie sie im Handel vorkommen, gelb oder gelbroth gefärbt, und enthalten gewöhnlich überschüssige Säure. Sie wirken nicht reducirend wie die Oxydulsalze, schlagen daher Gold und Silber nicht aus ihren Lösungen metallisch nieder, Alkalien (ätzende und kohlensaure) geben

damit braune Niederschläge, gelbes Blutlaugensalz giebt einen dunkelblauen Niederschlag — Berlinerblau. Rothes Blutlaugensalz fällen sie nicht. Rhodankalium färbt die Lösungen intensiv roth, Gerbstoff, Gallussäure und Pyrogallussäure färben sie schwarz.

Die neutralen Eisenoxydsalze zerfallen sehr leicht in saures und basisches Salz.

Das photographisch wichtigste Eisenoxydulsalz ist das schwefelsaure Eisenoxydul, im gewöhnlichen Leben Eisenvitriol genannt. Die chemische Formel desselben ist $FeO\,SO_3 + 7HO$; Atomgewicht: 76; es ist ein blafsgrünes leicht krystallisirendes Salz, das an der Luft anfangs unter Weifswerden sein Wasser theilweise verliert (verwittert) und sich unter Gelbwerden leicht höher oxydirt.

Es löst sich leicht in Wasser. 1 Theil Eisenvitriol braucht bei 10° 1,64 Wasser zur Lösung. Oxydhaltiger Vitriol löst sich nur klar auf, wenn etwas Säure hinzugesetzt wird.

Er bildet mit schwefelsaurem Kali, Natron und Ammon Doppelsalze, die viel beständiger sind als der reine Eisenvitriol.

Das schwefelsaure Eisenoxydammon ($FeO\,SO_3 + NH_4\,OSO_3 + 6HO$) ist von Meynier zum „Entwickeln“ empfohlen worden.

Schwefelsaures Eisenoxyd spielt in der Photographie keine Rolle. Es ist eine saure braune Salzmasse, die beim starken Erhitzen weifs wird; es löst sich leicht in Wasser und bildet mit Kali, Natron und Ammoniak Doppelsalze (Eisenalaune).

Wichtiger ist das Eisenchlorid (Fe_2Cl_3), das als eine braune in Wasser, Alkohol und Aether lösliche saure Salzmasse im Handel vorkommt. Die reinen Krystalle desselben haben die Formel $Fe_2\,Cl_3 + 12HO$, die Lösung sieht gelb aus. Bei Gegenwart organischer Substanzen verliert es einen Theil seines Chlors bei Einwirkung des Lichtes (s. u.).

Das Eisenchlorür bildet ein krystallisirbares in Wasser lösliches grünes Salz ($FeCl + 4HO$), dem Eisenvitriol in seinem Verhalten ähnlich.

Das oxalsaure Eisenoxydul zeichnet sich durch seine gelbe Farbe und durch seine Unlöslichkeit in Wasser aus.

Oxalsaures Eisenoxyd ist ebenfalls in reinem Zustande unlöslich, löst sich aber bei einem kleinen Säureüberschufs leicht und zerfällt im Licht unter Bildung von Oxydulsalz und Kohlensäure. Es kommt mit grüner Farbe im Handel vor. Mit oxalsauren Alkalien bildet das oxalsaure Eisenoxyd Doppelsalze von grüner Farbe, die schön krystallisiren und ebenfalls lichtempfindlich sind:

Das oxalsaure Eisenoxydkali, Natron und Ammon:

$$3KaO\,C_2O_3 + Fe_2O_3\,3C_2O_3 + 6HO$$
$$3NaO\,C_2O_3 + Fe_2O_3\,3C_2O_3 + 6HO$$
$$3NH_4O\,C_2O_3 + Fe_2O_3\,3C_2O_3 + \;?$$

Die weinsauren und citronsauren Salze des Eisens sind nur wenig bekannt.

Weinsaures Eisenoxydul bildet eine blaſsgrüne in Wasser schwer lösliche Masse.

Weinsaures Eisenoxyd bildet einen amorphen Körper, der in Wasser löslich ist und sich mit weinsaurem Kali und Ammoniak zu schön roth gefärbten Doppelsalzen, die in Blättchen krystallisiren, verbindet. Diese Doppelsalze sind in Wasser leicht löslich.

Citronsaures Eisenoxydul ist eine weiſse in Wasser lösliche Masse.

Citronsaures Eisenoxyd bildet einen braunen amorphen Körper, der mit citronsauren Alkalien Doppelsalze bildet.

Im Handel findet man unter dem Namen citronsaures Eisen ein Salz in glänzenden braunen Blättchen.

Essigsaures Eisenoxydul bildet farblose seidenglänzende in Wasser lösliche Nadeln, es bildet sich beim Versetzen von Eisenvitriollösung mit Bleizuckerlösung. Es wurde früher als Entwicklungsflüssigkeit benutzt.

Von den Verbindungen des Eisens sind nur gewisse dem Oxyd in ihrer Zusammensetzung entsprechende als lichtempfindlich bekannt und sind diese nicht im reinen Zustande lichtempfindlich, wohl aber bei Gegenwart eines Körpers, der sich mit einem der freiwerdenden Bestandtheile (Sauerstoff oder Chlor) vereinigt. Hierbei wird das Eisenoxyd, resp. Chlorid zu Oxydul oder Chlorür reducirt.

Die erste beobachtete Thatsache der Art war wohl das Verhalten der gelben ätherischen Eisenchloridlösung im Lichte. Diese entfärbt sich unter Bildung von Eisenchlorür, das freiwerdende Chlor wird vom Aether absorbirt.

Ebenso entfärbt sich mit Eisenchlorid getränktes Papier im Sonnenlicht in 15 bis 20 Minuten (Zöllner). Hier spielt das Papier die Rolle des Reductionsmittels.

Noch lichtempfindlicher sind das weinsteinsaure Eisenoxyd, das citronsaure Eisenoxydammoniak und das oxalsaure Eisenoxyd. Letzteres entfärbt sich im Sonnenlichte in 3 Minuten. Hier ist es die Oxalsäure und die übrigen organischen Säuren, welche so leicht Sauerstoff aufnehmen und daher kräftig reducirend wirken.

Auſserdem ist noch das Berlinerblau lichtempfindlich und wirkt im Lichte gebleicht. Daher rührt das Verschieſsen der mit Berlinerblau gefärbten Stoffe. Im Dunkeln werden die gebleichten Stellen wieder blau, indem sich, wohl unter Ausscheidung von basischem Salz, wieder Berlinerblau bildet.

Herschel war der erste, der diese Reduction der Eisenoxydsalze durch das Licht zur Erzeugung von Bildern benutzte. Es geschah dies schon in den ersten Zeiten der Photographie im Jahre 1840.

Zur Aufnahme von Bildern in der Camera sind diese Salze nicht empfindlich genug, dagegen lassen sie sich zum Copiren nach Negativen und Positiven wohl verwenden. Tränkt man Papier im Dunkeln mit einer der genannten Eisenlösungen, und trocknet es, so erscheint es gelb; exponirt man es dann dem Lichte unter einem Bilde, z. B. einem Negative, so entfärben sich die vom Licht getroffenen Stellen alsbald und man erhält ein blasses, kaum sichtbares Bild auf gelbem Grunde, welches aus einem Oxydulsalz besteht. Dieses blasse Bild ist nun an sich nicht brauchbar, es läfst sich aber leicht durch verschiedene Methoden kräftigen. Diese laufen darauf hinaus, dafs man das durch das Licht reducirte Eisenoxydul oder das vom Licht verschont gebliebene Eisenoxyd durch irgend eine Substanz sichtbar macht, welche damit einen dunklen Niederschlag erzeugt.

Man nennt solche nachherige Sichtbarmachung des an und für sich nicht oder nur schwach wahrnehmbaren Bildes: Hervorrufung oder Entwicklung.

Das durch Licht erzeugte Eisenoxydul (oder Chlorür) läfst sich in folgender Weise dunkel färben:

1) Durch Baden des belichteten Papieres in Kaliumeisencyanid. Dieses giebt bekanntlich mit Eisenoxydsalzen keinen, mit Eisenoxydulsalzen dagegen einen blauen Niederschlag (Turnbullblau), es wird daher das Bild in Blau erscheinen.

2) Durch Baden des Bildes in einer Lösung von Metallen, die durch Eisenoxydul gefällt werden, z. B. Gold, Silber. Beide geben damit pulverförmige Niederschläge von brauner, resp. grauer Farbe, welche das Erscheinen des Bildes bewirken.

3) Durch Behandeln des Bildes mit einer Auflösung von chromsaurem Kali. Dieses giebt mit Eisenoxydul einen braunen Niederschlag von Chromsuperoxyd (CrO_2 oder $Cr_2O_3\,CrO_2$).

Von allen diesen Niederschlägen wird derjenige das kräftigste Bild geben, welcher am intensivsten gefärbt ist, das ist das Turnbullblau; weniger kräftig erscheint das Chromsuperoxyd, noch flauer das Gold und Silber. Will man daher letztere zur Entwicklung verwenden, so mufs man die Eisensalzlösungen, welche zum Tränken der Papiere dienen, möglichst concentrirt nehmen.

Hieran reiht sich auch Phypson's Verfahren, der Papier mit oxalsaurem Eisenoxyd tränkt, unter einem Negativ belichtet und wäscht. Das durch das Licht gebildete oxalsaure Eisenoxydul bleibt dabei zurück, wird durch eine Auflösung von übermangansaurem Kali in Oxyd verwandelt und mit Gallussäure schwarz gefärbt.

Noch eine vierte Methode giebt es, durch Wirkung auf das durch das Licht erzeugte Eisenoxydulsalz das Bild zu entwickeln. Diese ist von Poitevin angegeben.

Man mischt 10 Theile Eisenchlorid mit 5 Theilen Weinsäure, löst

in 60 Theilen Wasser und überzieht mit dieser Lösung eine matte Glastafel. Diese wird alsdann getrocknet unter einem Negativ einige Minuten dem Lichte ausgesetzt. Es entsteht hierbei weinsaures Eisenoxydul, welches als hygroskopische Substanz bald feucht wird. Bestäubt man alsdann das Bild vorsichtig mit irgend einer Staubfarbe, so hängt sich diese an die feuchten Stellen und bringt so das Bild zum Vorschein.

Auf diese Weise kann man Bilder in beliebigen Farben schwarz, gelb etc. herstellen, nimmt man feingepulverten Kohlenstaub als Farbe, so erhält man die sogenannten Kohlebilder, nimmt man irgend eine schwarze Schmelzfarbe, so kann man diese nachher in das Glas einbrennen und man erhält so eingebrannte Photographieen.

Die so hervorgerufenen Bilder sind dadurch von obigen unterschieden, dafs das als Basis dienende Eisenoxydul nicht chemisch auf den Farbstoff wirkt.

Eine andere höchst interessante, aber noch wenig versuchte, ebenfalls von Poitevin angegebene Methode, welche hier noch anzuführen ist, besteht im Folgenden:

Papier wird mit einer mit Tusche angerührten Lösung von 5 bis 6 Th. Gelatin in 100 Th. Wasser überzogen und dann in eine Lösung von 10 Th. Eisenchlorid, 3 Th. Weinsäure und 100 Th. Wasser getaucht, dadurch wird die Gelatinschicht unlöslich im Wasser. Diese Unlöslichkeit wird aber aufgehoben, sobald das Licht auf die Schicht wirkt. Belichtet man diese demnach unter einem Positivbilde (einem Kupferstich z. B.) und taucht sie dann in Wasser, so lösen sich alle vom Licht getroffenen Stellen los, nur die unter den Schwärzen der Zeichnung liegenden bleiben zurück.

Dies wären die Methoden, die Bilder durch chemische Einwirkung auf das durch's Licht erzeugte Eisenoxydul zu entwickeln. Ebenso gut können dieselben aber auch durch Einwirkung auf das vom Licht verschonte Eisenoxyd entwickelt werden.

1) Durch Anwendung von Jodkalium und Stärkelösung.

Jodkalium zersetzt sich mit Eisenoxydsalzen, indem Eisenjodür und freies Jod entsteht. Dieses färbt sich mit Stärke intensiv blau.

Zöllner hat diese Methode zuerst angewendet; man exponirt das Eisenoxydsalzpapier hier unter einem Positivbilde und erhält durch Entwickeln wieder ein Positiv. Dies ist zur Reproduction von Zeichnungen, Kupferstichen etc. sehr bequem, da man die Herstellung des Negativs, welche nach den meisten vorher beschriebenen Methoden (wo das Eisenoxydul gefärbt wird) nöthig ist, erspart.

Die Bilder, welche hier aus Jodstärke bestehen, sind freilich nicht lange haltbar, da Jodstärke sich bald zersetzt.

2) Durch Anwendung von kalkhaltigem Wasser und Gallussäure. Poitevin's Methode.

Wäscht man die Eisenbilder in Brunnenwasser, welches kohlen-

sauren Kalk gelöst enthält, so wird dadurch das Eisenoxyd niedergeschlagen und bleibt im Papier, während die Oxydulsalze sich lösen.

Behandelt man nachher das Bild mit einer Auflösung von Gallussäure, so bildet diese mit dem Eisenoxyd Tinte und dadurch erscheint das Bild schwarz.

Statt die Eisenbilder in der vorher beschriebenen Manipulation erst zu copiren, dann zu entwickeln, kann man in einzelnen Fällen auch die entwickelnde Flüssigkeit zur Eisenoxydsalzlösung mischen und das Papier damit tränken, es geht alsdann der Entwicklungsprocefs während der Belichtung schon vor sich.

Bis jetzt haben die hier beschriebenen Eisenbilder in der Praxis noch keinen Eingang gefunden, einerseits wegen ihrer geringen Haltbarkeit (Jodstärke, Turnbullblau, chromsaures Chromoxyd bleichen im Licht), anderseits wegen ihres nicht beliebten Tones (Goldbilder, Silberbilder), wegen ihrer geringen chemischen Haltbarkeit und ihres Mangels an Zartheit (Tintenbilder). Nur Poitevin's Methode hat einige praktische Bedeutung erlangt. Die Firma Depaquis in Paris übt dieselbe aus, einerseits zur Herstellung von Papierbildern, anderseits zur Erzeugung von eingebrannten Bildern. Die specielle Beschreibung des Verfahrens folgt im praktischen Theile.

Die Verbindungen des Kupfers.

Auch verschiedene Salze des Kupfers gehören zu den lichtempfindlichen Körpern. Sie haben bis jetzt noch keine sonderlich wichtige Anwendung in der Photographie gefunden, deshalb wollen wir uns hier nur mit den photographisch interessantesten Eigenschaften derselben beschäftigen. Direct lichtempfindlich, d. h. für sich allein im Licht zersetzbar scheint das Kupferchlorür zu sein. Wöhler erhielt dieses als ein weifses in Wasser schwer lösliches Pulver beim Versetzen einer Kupferchloridlösung mit schwefliger Säure. Dieses weifse Pulver färbt sich im Lichte roth. Die Zusammensetzung des rothen Körpers ist noch nicht bekannt; wahrscheinlich ist es ein Oxychlorür, entstanden unter Mitwirkung des Sauerstoffes der Luft.

Auch das durch Fällung von Kupferchlorid mit Zinnchlorür erhaltene Kupferchlorür ist im Lichte zersetzbar (Grüne). Letzterer fand auch, dafs die mit Salzsäure gescheuerten Kupferplatten sich unter Umständen im Lichte schwärzen.

Indirect lichtempfindlich ist das Kupferchlorid. Dieses wird nur bei Gegenwart einer Substanz zersetzt, die sich mit dem freiwerdenden Chlor verbindet.

So wird dieses Salz in ätherischer Lösung zu Chlorür reducirt. Bis jetzt hat man noch keine praktische Anwendung von dieser Thatsache gemacht, wenigstens nicht in Bezug auf Kupferchlorid allein, wohl aber hat man dasselbe im Gemenge mit Eisenchlorid zur Bild-

erzeugung zu verwenden versucht in Obernetter's Procefs, der in seiner Art höchst complicirt ist.

Obernetter badet Papier in einer Lösung von Kupferchlorid, Eisenchlorid und Salzsäure und belichtet dieses. Das Eisenchlorid wird dabei zu Eisenchlorür reducirt, welches seinerseits wieder reducirend auf das Kupfersalz wirkt und Kupferchlorür liefert*). Das Papier, auf dem anfangs kein Bild sichtbar ist, wird alsdann in Rhodankaliumlösung gebadet, hierbei schlägt sich weifses Kupferrhodanür an allen vom Licht getroffenen, d. h. kupferchlorürhaltigen Stellen nieder, das durch Behandeln mit rothem Blutlaugensalz unter Bildung von Ferrydcyankupfer und Ferrydcyaneisen rothbraun wird.

Der Procefs hat keinen Eingang in die Praxis gefunden (Näheres siehe Photographische Mittheilungen, 1. Jahrgang S. 45).

Verbindungen des Chroms.

Hier haben wir als lichtempfindliche Substanzen die chromsauren Salze zu registriren. Dieselben sind wie die Eisensalze nur mittelbar lichtempfindlich, indem bei Gegenwart eines reducirend wirkenden Körpers die Chromsäure derselben zu Chromsuperoxyd CrO_2 reducirt wird. Die Basis, an welche die Chromsäure gebunden ist, spielt hier eine nicht unwichtige Rolle, indem sie einerseits die gröfsere Beständigkeit der im freien Zustande so leicht zersetzbaren Chromsäure, anderseits die gröfsere oder geringere Löslichkeit bedingt, endlich bei den nach der Belichtung in Anwendung gebrachten Entwicklungsprocessen oft als wesentliches Agens mitwirkt.

Das Verhalten der durch das Licht reducirten Gemenge von Chromverbindungen mit organischen Substanzen ist in hohem Grade interessant und praktisch wichtig. Eine Menge der photographischen Processe ist darauf gegründet, z. B. der Kohlendruck, die Photolithographie, der Reliefdruck, der Anilindruck.

Folgende chromsauren Salze werden in der photographischen Praxis angewendet:

Das chromsaure Kali. Es giebt zwei Verbindungen der Chromsäure mit Kali, die saure und die neutrale.

Saures chromsaures Kali ($KaO\,2CrO_3$) bildet schöne rothe Krystalle, die sich tieforange im Wasser lösen. 10 Th. Wasser lösen ca. 1 Th. Salz, bedeutend mehr in der Siedhitze; es läfst sich daher leicht umkrystallisiren. In Alkohol ist es unlöslich.

*) Merkwürdig ist, dafs dies Papier, wenn es eine Zeitlang aufbewahrt wird, den Lichteindruck gleichsam verliert, man kann dann ein neues Bild darauf copiren. Die Erscheinung erklärt sich daraus, dafs das gebildete Eisenoxydulsalz wieder in basisches Oxydsalz übergeht durch Einflufs des Sauerstoffs der Luft, ebenso das Kupferchlorür in Kupferchlorid.

Es ist giftig und veranlaſst, in Wunden gebracht, Geschwüre, worauf beim Arbeiten damit zu achten.

Neutrales chromsaures Kali ($KOCrO_3$), welches seltener angewendet wird, krystallisirt in citrongelben Prismen, die sich leicht im Wasser lösen. 1 Th. des Salzes bedarf zur Lösung ca. 2 Th. Wasser. Die Lösung reagirt alkalisch und zeigt die gelbe Farbe selbst bei starker Verdünnung. In Alkohol ist es unlöslich. Das Salz ist wenig beständig, schon die wässrige Lösung zersetzt sich zum Theil beim Verdampfen, indem saures chromsaures Kali anschieſst. Setzt man Säuren (selbst schwache) hinzu, so färbt sich die Lösung sogleich gelbroth unter Bildung von saurem chromsauren Salz.

Das im Handel vorkommende neutrale chromsaure Kali ist öfter mit schwefelsaurem, auch kohlensaurem Kali verunreinigt. Zur Prüfung auf ersteres erhitzt man etwas davon mit Salzsäure und Weingeist, und versetzt nachher mit Chlorbarium. Das reine Salz giebt so behandelt damit keinen Niederschlag. Kohlensäure verräth sich durch Brausen bei Säurezusatz. Nachtheilig ist diese Beimengung wohl nur in einzelnen Fällen.

Das chromsaures Natron, sowohl das neutrale ($NaO\,CrO_3$) als das saure ($NaO\,2CrO_3$) sind den entsprechenden Kalisalzen ähnlich und zeichnen sich durch eine groſse Löslichkeit im Wasser aus. Dieser Umstand erschwert ihre Reindarstellung, so daſs sie bis jetzt noch nicht im Groſsen fabricirt werden.

Wichtiger ist das chromsaure Ammon.

Das neutrale chromsaure Ammon ($NH_4O\,CrO_3$) ist dem entsprechenden Kalisalze ähnlich, jedoch schwer löslich und sehr leicht zersetzbar.

Das saure chromsaure Ammon ($NH_4O\,2CrO_3$) ähnelt dem sauren chromsauren Kali, bildet rothe Nadeln, die sich beim Erhitzen zersetzen, und löst sich leicht im Wasser. 1 Th. des Salzes bedarf nur 4 Th. Wasser zur Lösung. Das im Handel vorkommende saure chromsaure Ammon scheint nicht selten ein 4fach saures Salz zu sein.

Man hat auch Doppelsalze der Chromsäure, die in der Photographie angewendet worden sind, so das chromsaure Kaliammon ($KO\,CrO_3 + NH_4O\,CrO_3$).

Es schieſst aus einer mit NH_3 gesättigten sauren chromsauren Kalilösung in der Frostkälte in gelben leicht löslichen Nadeln an und verliert schon bei gewöhnlicher Temperatur Ammoniak unter Rothwerden.

Es ist neuerdings von Kopp empfohlen worden. Für den photographischen Proceſs bedarf man des Salzes nicht in fester Form, sondern stellt es einfach in Lösung dar, indem man chromsaure Kalilösung mit Ammoniak in geringem Ueberschuſs versetzt (Carey Lea).

Von den übrigen chromsauren Salzen heben wir als photo-

graphisch wichtig das chromsaure Bleioxyd, Silberoxyd und Quecksilberoxydul hervor.

Diese sind unlöslich und werden daher durch Vermischen von chromsaurem Kali mit den betreffenden Metallsalzlösungen leicht erhalten.

Chromsaures Bleioxyd giebt die bekannte gelbe Anstrichfarbe.

Das chromsaure Silberoxyd ($AgO 2 CrO_3$) ist von schön dunkelrother Farbe und im Wasser wenig löslich.

Auch Quecksilberoxydulsalze werden von chromsauren Salzen mit ziegelrother Farbe gefällt.

Die freie Chromsäure bildet rothe Nadeln, die in feuchter Luft zerfliefsen, im Wasser löslich sind, bei 190° schmelzen und bei 300° sich unter Sauerstoffabgabe zersetzen. Durch organische Stoffe, Alkohol, Weinsäure, Zucker, Papier wird sie sogleich desoxydirt, daher sie nicht durch Papier filtrirt werden kann. Mit starkem Alkohol oder Ammoniak betröpfelt bewirkt sie Entzündung unter Erglühen und Bildung von Chromoxyd. Man benutzt sie ihres kräftigen Oxydationsvermögens wegen zur Zerstörung mancher organischer Unreinigkeiten auf photographischen Glasplatten, z. B. Lack, Fett, Collodion etc. Lea empfiehlt dazu eine mit Schwefelsäure versetzte chromsaure Kalilösung (Photogr. Mittheilungen, Bd. I, S. 121). Die leichte Reducirbarkeit der Chromsäure zeigt sich sogar noch in ihren Salzen. Hierbei tritt aber nicht Chromoxyd, sondern oft die höhere Oxydationsstufe, das Chromsuperoxyd (CrO_2) auf.

Versetzt man chromsaures Kali mit Eisenvitriol oder Pyrogallussäurelösung, so fällt dieser braune Körper nieder und ebenso bildet sich derselbe (und das macht ihn uns hauptsächlich interessant) durch Reduction der chromsauren Salze im Licht.

Dieser braune Körper zerfällt sehr leicht, so durch Erhitzen in Sauerstoff und Chromoxyd; durch Behandeln mit alkalischen Lösungen in Chromsäure, die fortgewaschen wird, und zurückbleibendes Chromoxyd, ja selbst durch vieles Waschen mit kalkhaltigem Wasser tritt Zersetzung ein. Mit Rücksicht auf dieses Zerfallen in Chromsäure und Chromoxyd betrachtet man den Körper als chromsaures Chromoxyd ($Cr_2O_3 CrO_3$). Dies erklärt leicht sein Entstehen, wenn man eine Chromoxydsalzlösung mit chromsaurem Salz versetzt.

Die photographisch interessanten Eigenschaften des Chromsuperoxyds werden wir nachher kennen lernen.

Behufs der Anwendung der chromsauren Salze in der Photographie combinirt man das Chromat mit einem organischen Reductionsmittel. Man mischt entweder die chromsaure Salzlösung mit einem solchen, z. B. Gummi, Leim, Zucker, Eiweifs, und überzieht damit Glastafeln oder andere Flächen, oder aber man tränkt einfach Papier mit chromsaurer Salzlösung und trocknet es; hier spielt das Papier selbst die Rolle eines Reductionsmittels.

Exponirt man solche mit chromsaurem Salz getränkte Papiere, die gelb oder gelbroth erscheinen, dem Licht, so werden sie schnell braun unter Bildung von Superoxyd. Bedeckt man die Papiere bei der Belichtung mit einem Positivbilde, so copirt dieses, indem die schwarzen Bildcontouren die darunter liegenden Theile vor dem Licht schützen, gelb auf braunem Grunde; exponirt man es unter einem Negativ, so copirt es umgekehrt braun auf gelbem Grunde, man erhält so ein braunes Positivbild, das um so intensiver ist, je stärker die angewendete Salzlösung war. Wäscht man das Bild in Wasser, so wird das unveränderte Chromsalz weggeführt und das unlösliche Chromsuperoxydbild bleibt zurück, bei kurzem Waschen in brauner Farbe, bei längerem Waschen mit kalkhaltigem Wasser wird es blasser, indem das $Cr_2 O_3 Cr O_3$ sich zersetzt und die Chromsäure fortgewaschen wird und grünes Chromoxyd zurückbleibt. Will man dies möglichst verhindern, so säure man das Waschwasser ganz wenig an und setze das Waschen nicht zu lange fort.

Das so erhaltene Bild ist freilich nur schwach und daher nicht für die Praxis brauchbar. Es kann aber gerade so, wie bei den blassen Eisenbildern durch verschiedene Agentien dunkel gefärbt werden, die entweder auf das Chromoxyd oder auf die Chromsäure wirken, die sich in dem chromsauren Chromoxyd findet:

1) Durch Baden in einer Salzlösung, die mit der Chromsäure einen Niederschlag giebt, z. B. Blei, Silber und Quecksilberoxydul. Dadurch erscheinen die Bilder gelb oder roth und können dann durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff leicht schwarz gefärbt werden unter Bildung von Schwefelmetallen; selbstverständlich mufs vorher jede Spur des löslichen Metallsalzes fortgeschafft werden.

2) Durch Behandlung mit Farbstoffen, für die das Chromoxyd als Beize dient, wie Alizarin, Purpurin, Fernambuk- und Brasilienholz, Campeche- und Gelbholz u. A. m., von denen das Campecheholz sich besonders geeignet zeigt. Zur Färbung bringt man das Bild einige Zeit in eine frisch bereitete warme Campecheholzbrühe, in welcher dasselbe bald einen tief bläulich-schwarzen Ton annehmen wird, selbst in den weifsen Stellen, die aber, nachdem das Papier ausgewaschen, durch Eintauchen in eine sehr verdünnte warme Auflösung von Chlorkalk leicht wieder gebleicht werden können. Das Bild wird gewaschen und getrocknet.*)

Die Verwendung von gewöhnlichem Papier zu derartigen Bildern führt aber verschiedene Uebelstände mit sich. Einmal werden durch das viele Waschen, besonders im warmen Wasser, die Papierfasern

*) Die beizende, d. h. den Farbstoff bindende Verbindung ist hier das Chromoxyd, daher hier ein langes vorhergehendes Waschen mit alkalischem Wasser nicht schadet. Nur bei Anwendung von Campecheholz darf man dies nicht zu lange fortsetzen, da auch hier die Chromsäure beizend wirkt.

aufgelockert und geben der Zeichnung ein unreinliches Ansehen, dann enthält dasselbe öfter unorganische Stoffe, wie Alaun oder Kreide, welche ebenfalls als Beize auf die Farbstoffe wirken.

Diese sind zu vermeiden durch Anwendung von Pergamentpapier oder feiner Gewebe, und hat in Folge des letzteren Falles das Verfahren hauptsächlich eine Wichtigkeit für die Herstellung von photographischen Bildern auf Wollen-, Baumwollen- oder Seidenzeug.

3) Durch Behandlung mit Körpern, welche der Chromsäure des chromsauren Chromoxyd Sauerstoff entziehen und sich dabei färben oder niederschlagen.

Unter den organischen Stoffen dieser Art, welche sich auch in mehr oder weniger dunklen Tönen färben, sind z. B. mehrere Combinationen der Naphtalin- und Anilinreihe. Im Mineralreiche sind es hauptsächlich die Eisensalze mit ihrem braunrothen Niederschlag von Eisenoxyd, welcher entweder für verschiedene Farbstoffe als Beize dienen, oder zur Herstellung von charakteristisch gefärbten Eisenverbindungen, wie Berlinerblau, benutzt werden kann.

Hieran reiht sich eine andere Methode, bei der die entwickelnde Substanz zugleich mit dem chromsauren Kali gemischt und exponirt wird, eine Methode, die von allen die interessanteste und praktisch wichtigste ist:

4) Man mischt eine Lösung von chromsaurem Kali mit Lösungen von Gummi, Eiweifs, Gelatin oder ähnlichen Körpern, überzieht damit Papier, trocknet und exponirt dieses unter einem Negativ.

Die gedachten Substanzen nehmen dabei den Sauerstoff der Chromsäure auf und werden dadurch im Wasser unlöslich. Wäscht man daher solch ein Chrombild, so bleiben die vom Licht getroffenen unlöslich gewordenen Theile haften und erscheinen en relief, während die übrigen sich auflösen. Das Relief ist um so höher, je tiefer das Licht in die Schicht gedrungen, d. h. je intensiver es gewirkt hat.

Die so erhaltenen Bilder würden jedoch nicht dunkler sein als gewöhnliche Chrombilder. Mischt man jedoch zu der Gummilösung vorher irgend einen Farbstoff, Tusche oder dergl., so wird dieser zugleich von dem unlöslich gewordenen Gummi oder Eiweifs festgehalten und man erhält so ein Bild in chinesischer Tusche, in Blau, Grün, oder wie man will.

So werden die Tuschphotographieen hergestellt, die von allen den gewöhnlichen Silberbildern am nächsten kommen, dabei aber den Vortheil der Haltbarkeit voraus haben. Poitevin hat 1855 dieses Verfahren entdeckt.

Es hat den Uebelstand, dafs die Wirkung des Sonnenlichtes auf die gefärbte Gelatinschicht nur oberflächlich ist und bei zarteren Halbtönen nicht bis zur Unterlage (Papier oder dergl.) durchdringt, dem-

nach auch nicht an dieser haftet und deshalb beim Waschen mit fortgeht. Deshalb erhält man in dieser Manier die zarteren Tinten des Originals nicht. Die erhaltenen Bilder haben keine Halbtöne, d. h. Uebergänge von Licht in Schatten, sie zeigen sich nur schwarz und weiſs.

Burnett suchte diesen Uebelstand dadurch zu heben, daſs er die mit Tuschmischung überzogenen transparenten Papiere von hinten belichtete. Offenbar blieben so alle vom Licnt afficirten Stellen auch am Papiere haften und so wurden die Halbtöne erhalten. Störend wirkte hier die dicke und immerhin rauhe Textur des Papieres, durch welche das Licht dringen muſste.

Swan wandte daher statt Papier eine Collodionhaut als Unterlage an und erhielt auf dieser dünnen structurlosen und vollkommen durchsichtigen Masse Tuschbilder, die an Vollendung den Silberbildern nicht im geringsten nachstehen.

Das Verfahren, dessen Praxis später beschrieben werden soll, ist freilich noch etwas mühsam und erfordert gröſsere Sorgfalt, Accuratesse und Zeit, als das jetzt allgemein übliche Silberdruckverfahren, daher es bis jetzt das letztere noch nicht verdrängen konnte.

Die durch das Licht unlöslich gewordenen Mischungen von chromsaurem Salz und Gelatin etc. haben nun noch eine höchst eigenthümliche Eigenschaft, auf welche sich eine

5) Methode der Hervorrufung gründet. Sie haben nämlich die Fähigkeit, fette Schwärze anzuziehen und festzuhalten.

Ueberzieht man eine belichtete mit Gelatinchromatmischung bestrichene Fläche mit fetter Schwärze, so haftet diese nur an den belichteten Stellen, an allen übrigen geht sie beim Waschen mit Wasser herunter. So erhält man ein Bild in fetter Schwärze.

Dieses bildet die Basis eines praktisch hochwichtigen Processes, der Photolithographie.

Eine Lithographie ist ein Abdruck eines auf Kalkstein mit fetter Schwärze gemalten Bildes. Der lithographische Kalkstein hat die Eigenthümlichkeit, die Druckschwärze nur da anzunehmen, wo er eingefettet ist, und sie beim Druck an Papier wieder abzugeben.

Photolithographie besteht nun in der Herstellung eines Bildes in fetter Schwärze mit Hülfe der Photographie und dies geschieht in der oben genannten Weise mit chromsauren Salzen und Gelatin.

Man kann damit entweder einen Stein unmittelbar überziehen und unter einem Negativ belichten, nachher das Ganze einschwärzen. Die Schwärze haftet dann nur an den vom Licht reducirten Stellen. Dies ist Poitevin's Methode.

Oder man kann diesen Procefs nicht auf den Stein, sondern auf Papier vornehmen und das so erhaltene Bild auf den Stein übertragen, indem man das Papier mit dem Bilde auf den Stein legt und

prefst. Die Zeichnung wird so unter Anwendung gewisser Kunstgriffe auf den Stein übertragen und dieser ist dann druckfähig. (Osborne's und Asser's Procefs.)

6) Oben erwähnten wir schon, dafs das auf eine Gelatinchromatschicht copirte Bild en relief erscheint, d. h. die Lichter sind (wenn es von einem Negativ copirt ist) tief, die Schwärzen hoch.

Dieses Relief ist so stark, dafs man es in Gyps abformen kann, ja noch mehr, man kann es mit Hülfe einer hydraulischen Presse in Schriftmetall abdrücken und erhält so eine Form, in welcher die Schwärzen tief, die Lichter hoch sind. Diese Form kann man abdrucken, wenn man sie mit einer Gelatinschwärzemischung einschwärzt und erhält so ein Bild in allen Halbtönen. Das ist der neu erfundene Woodbury'sche Reliefdruck, der von allen Druckprocessen die schönsten Halbtöne liefert (Specielleres im 2. Bande). Die Wiedergabe der Halbtöne gründet sich hier auf die Halbdurchsichtigkeit der Gelatinschwärze, welche in dickeren Lagen dunkler, in helleren lichter erscheint. Die gewöhnliche Druckerschwärze ist viel zu undurchsichtig, um solche Uebergänge zu bilden.

Dies wären die wichtigsten Entwicklungsmethoden, welche auf die Einwirkung auf das durch das Licht reducirte Chromsuperoxyd gegründet sind. Man kann aber die Chrombilder auch entwickeln durch Einwirkung auf das durch das Licht unveränderte chromsaure Salz, ähnlich wie ja auch die Eisenbilder entwickelt werden konnten durch Einwirkung auf das im Licht unveränderte Eisenoxyd. Für diesen Zweck copirt man das chromsaure Papier unter einem Positivbilde, z. B. einer gewöhnlichen Zeichnung, einem transparenten Glasbilde etc. Hierher gehört:

1) Willis' Anilindruckprocefs.

Dieser Procefs gründet sich auf die eigenthümliche Veränderung, welche das Anilin in Berührung mit oxydirbaren Substanzen eingeht. Anilin ist im reinen Zustande ein farbloser Körper, der in seiner Zusammensetzung und seinem Verhalten dem Ammoniak ähnelt. Er besteht aus Ammoniak, in dem ein Atom Wasserstoff durch das organische Radical-Phenyl $C_{12}H_5$ ersetzt ist: $NH_2C_{12}H_5$.

Es ist flüssig, wenig in Wasser, leicht in Alkohol, Aether und Benzin löslich.

Das Anilin zieht leicht Sauerstoff aus der Luft an und wird dabei braun. Ebenso leicht wird es durch verschiedene sauerstoffhaltige Körper oxydirt und dabei in die verschiedenst gefärbten Verbindungen (Anilinfarben) übergeführt. So bewirkt chromsaures Kali eine braune bis violette Färbung. Gegenwart von Säuren, Alkalien haben auf das Entstehen dieser Farbentinten den wesentlichsten Einflufs und bewirken oft beträchtliche Differenzen im Tone der Farbe. Hierauf beruht Willis' Procefs. Belichtet man ein mit phosphorsäure- oder

schwefelsäurehaltiger chromsaurer Kalilösung getränktes Papier unter einem Positiv, so erhält man eine Copie des Positivs gelb auf grünem Grunde. Alle durch das Bild vor dem Lichte geschützten Stellen bestehen hier aus unverändertem chromsauren Kali. Setzt man dieses Bild nun Anilindämpfen aus, so erzeugen diese an den mit unverändertem chromsauren Kali geschwängerten Stellen eine tief violette Färbung, welche in Luft und Sonne echt ist. Man kann auf diese Weise Zeichnungen, Schriftstücke vortrefflich copiren und hat hier vor dem gewöhnlichen Copirverfahren den Vortheil, dafs man nicht erst die Erzeugung eines Negativs nöthig hat.

Gleich technisch interessant wie der vorgedachte Procefs ist

2) Joubert's Druckprocefs.

Joubert mischt chromsaure Kalilösung mit Gummilösung und etwas Honig und begiefst damit eine Glastafel, die dann getrocknet wird. Eine solche Gummischicht ist im frischen Zustande klebrig und hält deshalb trockne Farbenpulver, die man darauf streut, fest. Belichtet man aber solche Schicht, so verliert sie ihre Klebrigkeit und damit die Fähigkeit, Farbenpulver festzuhalten.

Nimmt man demnach die Belichtung unter einem Positiv vor, so ist es klar, dafs nur die durch die Contouren der Zeichnung geschützten Stellen ihre Klebrigkeit behalten werden. Bestäubt man demnach die belichtete Platte mit irgend einer zarten Farbe, so bleibt diese an den bewufsten Stellen hängen und erzeugt ein Bild.

Nimmt man Kohlenstaub, so erhält man ein Kohlebild.

Nimmt man Schmelzfarbe, so erhält man ein Bild, was man einbrennen kann. Auf diese Weise erzeugt Joubert in Glas eingebrannte Bilder von aufserordentlicher Schönheit. Später adoptirte Leth in Wien dieses Verfahren zu demselben Zwecke, andererseits auch noch zur Herstellung von Kohlebildern. Ebenso ist Obernetter's Verfahren zur Erzeugung eingebrannter Bilder dem ganz analog.

Wie man sieht, entspricht dieses Entwicklungsverfahren mit Staub ganz dem Poitevin'schen Kohlendruckprocefs mit Eisensalzen (s. o.). Nur wird hier unter einem Positiv copirt, während Poitevin ein Negativ benutzt.

3) Talbot's photographischer Stahldruckprocefs.

Dieser beruht auf einer dritten interessanten Eigenschaft der durch das Licht veränderten Mischungen von chromsaurem Salz mit Gelatine oder ähnlichen Substanzen.

Die erste Eigenschaft, welche dieselben annehmen, ist ihre Unlöslichkeit. Darauf gründet sich die Herstellung von Tuschphotographieen (s. o.) Die zweite Eigenschaft ist der Verlust ihrer Klebrigkeit, darauf beruht Joubert's Procefs, den wir oben besprochen. Die dritte endlich ist die Undurchdringlichkeit für manche Flüssigkeiten, z. B. gewisse Metallsalzlösungen.

Auf der letzteren Eigenschaft beruht Talbot's photographischer Stahldruck. Er überzieht nämlich Stahlplatten mit Bichromat-Gelatinemischung und exponirt diese unter einem Positiv und wäscht sie; das Bild erscheint alsdann blafs auf braunem Grunde. Dabei wird das lösliche chromsaure Kali fortgewaschen, während die durch das Licht erzeugte Chromsuperoxydgelatinemischung zurückbleibt. Auf diese Weise erhält man ein Bild, dessen Contouren der blofsgelegte Stahl bildet. Uebergiefst man nun die ganze Platte mit einer Aetzflüssigkeit, z. B. Platinchlorid oder Eisenchlorid, so greift diese nur den Stahl an den nackten Stellen an und erzeugt daselbst Vertiefungen; so erhält man eine vertiefte Zeichnung, die ganz so wie ein gewöhnlicher Stahldruck abgedruckt werden kann.

Verwandt hiermit sind die Verfahren von Pretzsch, Negré etc.

Pretzsch benutzte eine Mischung von chromsaurem Kali und Gelatine, überzog damit etwas dick eine Platte und belichtete diese unter einem Positiv. Durch Abspülen der belichteten Platte mit Wasser erhielt er so eine vertiefte Zeichnung. Diese drückte er in Guttapercha ab, indem er letztere warm mit ersterer zusammenprefste. Den so hergestellten Abdruck benutzte er als Matrize, um davon wieder einen galvanoplastischen Abdruck zu nehmen, der dann als Druckplatte diente. — Er erhielt so ganz vortreffliche Resultate. Sein Verfahren wird in der Wiener Staatsdruckerei angewendet.

Es ist hier nur ein Ueberblick der wichtigsten Verfahren gegeben, die sich auf die Anwendung von chromsauren Salzen gründen.

Mit Besprechung einzelner Modificationen derselben können wir uns erst im praktischen Theile einlassen.

Verbindungen des Urans.

Die Salze des Uranoxyds bilden eine neue Gruppe mittelbar lichtempfindlicher Körper, die ebenfalls im photographischen Copirprocefs angewendet werden. Uran bildet wie das Eisen zwei Oxyde, das Uranoxydul (UO) und das Uranoxyd (U_2O_3) und sind es die Salze des letzteren, welche analog den Eisenoxydsalzen eine Reduction im Lichte unter Bildung von Oxydulsalzen erleiden, und hier wie dort ist das so erhaltene Bild an sich zu schwach gefärbt, um brauchbar zu sein, und wird deshalb durch nachfolgende Entwicklungsprocesse, die ebenfalls den bei Eisenbildern angewendeten ähnlich sind, sichtbar gemacht.

Die Uranoxydsalze sind gelb von Farbe, enthalten ein Atom Säure auf ein Atom Oxyd. Das salpetersaure, schwefelsaure, essigsaure Uranoxyd und sind in Wasser löslich, das oxalsaure Uranoxyd ist in Wasser unlöslich.

Die Lösungen werden von Alkalien bräunlich gelb gefällt, und es entstehen hierbei seltsame Verbindungen von $2\,U_2O_3$ mit 1 RO.

Auch kohlensaure Alkalien geben Niederschläge von hellgelber Farbe, die neben U_2O_3 das Fällungsmittel enthalten und sich in doppelkohlensauren Salzen lösen, indem hier kohlensaure Uranoxydalkalien sich bilden von der Formel:

$$U_2O_3CO_2 + 2(ROCO_2).$$

Das Uranoxydnatron ist als gelbe Farbe im Handel.

Man kennt auch Verbindungen des Uranoxyds mit den Erden, die beim Fällen einer Mischung von Uran- und Kalksalzen durch Aetzalkalien entstehen. Blutlaugensalz fällt Uranoxydsalz mit brauner Farbe. Schwefelwasserstoff fällt sie nicht, sondern reducirt sie zu Uranoxydul, Schwefelammonium fällt schwarzes Schwefeluran. Uranoxyd erhält man leicht durch Erhitzen des trockenen salpetersauren Salzes als gelbrothes Pulver, durch Erhitzen desselben Salzes mit Alkohol bildet sich gelbes Uranoxydhydrat (U_2OHO). Durch Glühen giebt dieses grünes Uranoxyduloxyd.

Die Uranoxydulsalze sind grün, ziehen lebhaft Sauerstoff an, fällen aus Gold- und Silberlösungen die Metalle. Aetzende Alkalien fällen aus denselben rothbraunes Hydrat. Das wasserfreie Oxydul, welches man durch Glühen von oxalsaurem Uranoxyd bei Luftabschlufs erlangt, ist roth.

Das bekannteste der im Handel vorkommenden Uransalze ist das salpetersaure Uran

$$U_2O_3NO_5 + 6HO,$$

es krystallisirt in gelben Drüsen, löst sich in Wasser, Alkohol und Aether; in hoher Temperatur wird es zersetzt. Das im Handel vorkommende trockne Salz ist in Alkohol oder Aether umkrystallisirt.

Burnett machte zuerst die Beobachtung, dafs mit Uranoxydsalzen getränktes Papier im Licht zu Uranoxydulsalz reducirt wird und sich dabei schwach grün färbt. Nimmt man die Belichtung unter einem Negativ vor, so erhält man demnach ein schwach grünes Bild auf gelbem Grunde. Burnett, so wie der später mit Uransalzen arbeitende Niépce de St. Victor machte dieses blasse Bild durch verschiedene Entwicklungsprocesse sichtbar, so durch Baden in einer Gold- oder Silberlösung, wobei metallisches Gold oder Silber durch reducirende Wirkung des Uranoxyduls niedergeschlagen wird, dann noch durch Einwirkung verschiedener anderer Substanzen, die mit Uranoxydul farbige Verbindungen bilden. Die so erhaltenen Bilder sind jedoch nicht sehr schön.

Wothly verbesserte das Verfahren, indem er eine Mischung von Uransalz und Silbersalz als lichtempfindliche Substanz anwendete. Er löste beide in Collodion auf, überzog damit Papierbogen und belichtete diese unter einem Negativ, und erhielt so ein tief braunes Bild, indem hier zunächst Uranoxydul gebildet wird, dieses aber sogleich das vorhandene Silber reducirt. Der Belichtungs- und Entwicklungsprocefs

geht also hier gleichzeitig vor sich. Die so erhaltenen Bilder werden dann wie Silberbilder (s. u.) weiter behandelt. Man kann so vorzügliche Abdrücke erhalten; dennoch hat dieses Verfahren nur theilweise Eingang gefunden, da es wegen der Seltenheit des Urans und des hohen Preises der Zuthaten ebenso theuer zu stehen kommt, als das gewöhnliche Silberdruckverfahren.

Das Silber und seine Verbindungen

bilden die wichtigsten Körper der Photochemie, insofern als sie allein die Möglichkeit gewähren, ein hinreichend intensives Bild in der Camera obscura zu erzeugen, wozu die übrigen sensiblen Verbindungen bis jetzt nicht geeignet befunden worden sind. Silber ist deshalb vor allem die Grundlage für den Negativprocefs und da in den meisten Branchen der Photographie die Positive nach Negativen gedruckt werden, so ist Silber die Basis der gesammten Photographie überhaupt.

Für den Negativprocefs ist vorläufig keine Aussicht vorhanden, dieses Metall durch ein anderes zu ersetzen, für den Positivprocefs aber sind schon mit gutem Erfolg die andern früher besprochenen Metallverbindungen benutzt worden, obgleich die Silberpositive noch jetzt die herrschenden sind. Wir beginnen unsere Besprechung mit dem

metallischen Silber,

was für uns insofern von Wichtigkeit ist, als es in einer eigenthümlichen Modification die Contouren und Halbschatten unsrer Negativbilder einerseits, in innigem Gemenge mit organischer Substanz die Silberpositivbilder (Papierbilder) andrerseits bildet. Es ist eine Eigenthümlichkeit gewisser Metalle, wie Gold, Platina, Silber, unter gewissen Umständen im pulverförmigen Zustande aufzutreten, in welchem sie den gewöhnlichen glänzenden und compacten Metallen durchaus unähnlich sind.

Am bekanntesten unter diesen pulverigen Metallen ist wohl das Goldpulver, das mit brauner Farbe glanzlos niederfällt, wenn Goldlösungen mit Eisenvitriol versetzt werden, dann das Platinschwarz, welches man beim Kochen von Chlorplatin mit Traubenzucker und Natron erhält, ferner der glanzlose graue Platinschwamm.

In ganz ähnlicher Form scheidet sich nun auch das Silber als glanzlose graue Masse bei verschiedenen Reductionsprocessen aus.

Legt man z. B. ein Stück Zink in Chlorsilber und giefst verdünnte Säure darüber, so wird das weifse Chlorsilber sehr schnell reducirt und man erhält eine schwammige Masse, welche beim Trocknen zu grauem Pulver zerfällt.

Versetzt man ferner Silberauflösungen mit reducirenden organischen Substanzen, z. B. mit Gallussäure, Pyrogallussäure, so wird das Silber metallisch reducirt und fällt gemengt und oft dunkel gefärbt mit

etwas organischer Substanz als schwarzes Pulver nieder. Dasselbe geschieht beim Versetzen der Silberlösungen mit Eisenvitriol oder mit Uranoxydulsalzen. Dieser Niederschlag ist es nun, welcher die Contouren unserer Negativbilder bildet. Man belichte eine zur Hälfte bedeckte, mit Jodsilber getränkte Collodionplatte, welche noch feucht ist von der anhängenden Höllensteinlösung, die zur Präparation gedient hat und übergiefse sie dann mit Eisenvitriollösung. Es bildet sich ein Niederschlag von grauem pulverigem Silber, und dieser hängt sich merkwürdiger Weise nur an alle belichteten Stellen, und diese färben sich dadurch dunkel. Dasselbe geschieht nun, wenn man die Jodsilbercollodionplatte in der Camera obscura exponirt. Man sieht darauf anfangs nicht die Spur eines Bildes, dieses tritt aber sogleich durch Bildung eines Silberniederschlags an den belichteten Stellen hervor, sobald man die Platte mit Eisenvitriollösung übergiefst. Hat man die Höllensteinlösung abgewaschen, so erfolgt dies nicht*), weil hier das Material zur Erzeugung des pulverigen Silbers fehlt. Wohl aber entsteht dieser Niederschlag wieder, wenn man zu der Eisenvitriollösung einige Tropfen Silberlösung hinzusetzt und damit die gewaschene Platte hervorruft.

Diese Art von Hervorrufungsprocefs durch Silberpulver erinnert an die beim Eisen und Chrom besprochenen Entwicklungsprocesse mit Farbenpulvern (Kohle- und Emailbilder). Nur dafs dort die Entwicklung auf trocknem, hier aber auf nassem Wege vor sich geht.

Das Jodsilber erlangt durch das Licht die Fähigkeit in statu nascenti sich ausscheidendes körnig pulveriges Silber anzuziehen, und darauf beruht das Erscheinen des Bildes. Je intensiver die Belichtung, desto stärker der Niederschlag. Photographie ist demnach ein der Silberspiegelfabrication ähnliches Gewerbe.

In beiden sucht man auf chemischem Wege einen Silberniederschlag hervorzubringen. In der Spiegelfabrication sucht man einen gleichmäfsigen Niederschlag von Spiegelsilber auf der Glasfläche hervorzubringen und vermeidet den Niederschlag des pulverigen, in der Photographie sucht man dagegen auf der belichteten Fläche einen ungleichmäfsigen Niederschlag von körnig pulverigem Silber hervorzubringen, ungleichmäfsig nach Mafsgabe der Belichtung.

Wegen der Wichtigkeit dieser Silberniederschläge für die Photographie ist es nun nothwendig, dieselben noch etwas specieller zu besprechen.

Der Niederschlag durch Eisenvitriol entsteht um so schneller, je concentrirter und neutraler die Flüssigkeiten sind. Säuren und organische Substanzen, wie Zucker, Gelatine etc., verlangsamen ihn. Wir

---

*) Die Veränderung, welche das Jodsilber bei der Belichtung erleidet, wird hier vorläufig aufser Acht gelassen.

sehen ferner, dafs der Niederschlag grofse Neigung hat, sich an unreine oder rauhe Stellen des Glases zu hängen und dadurch Flecke liefert. Diese Umstände veranlassen uns, 1) sehr rein geputzte Glasplatten in der Photographie anzuwenden, 2) den Entwickler anzusäuren, um die Entstehung eines allgemeinen Niederschlags auf der Platte zu verhindern, 3) denselben verdünnt anzuwenden, um die Wirkung zu verlangsamen und besser controlliren zu können. Nicht selten setzt man organische Substanzen zu, wie Gelatine, Zucker, welche denselben Zweck haben und dem Entwickler eigenthümliche Eigenschaften ertheilen. Eine abnorme Erscheinung tritt ein, wenn die Silberlösung nicht neutral, sondern alkalisch ist. Mischt man sehr verdünnte Lösungen von Silber- und Eisensalz, so tritt anfangs keine Reaction ein, setzt man aber nur einen Tropfen NH_3 hinzu, so färbt sich die ganze Flüssigkeit schwarz. Dieser schwarze Körper ist eine Verbindung von Silberoxydul mit Eisenoxyduloxyd ($Ag_2O + Fe_3O_4$) und derselbe entsteht auch nicht selten in der photographischen Praxis durch Einflufs kalkhaltiger alkalisch reagirender Wässer, und das ist ein zweiter Grund, warum man sowohl Silberbad als auch Entwickler ansäuert. Säuren zersetzen diesen schwarzen Niederschlag unter Ausscheidung von Silber, indem das Silberoxydul zerfällt. Eine zweite Eigenthümlichkeit dieser Silbereisenreaction ist der Umstand, dafs dieselbe keine ganz vollständige Zersetzung der Silbersalze hervorruft. Man kann einen noch so grofsen Ueberschufs von Eisensalz zum Silbersalz setzen, immer bleibt ein Theil des Silbers unreducirt und offenbart sich durch Salzsäure. Die über dem Niederschlag stehende Mutterlauge giebt bei gewissem Verhältnifs sowohl mit frischer Silberlösung als auch mit frischer Eisenlösung noch einen Niederschlag. Es scheint also in derselben ein Gleichgewichtszustand zu herrschen, der sowohl durch erneuten Zusatz des einen wie des andern Salzes gestört wird.

Mit Rücksicht auf diesen Silbergehalt ist es von Wichtigkeit, die Rückstände des Entwicklungsprocesses nicht fortfliefsen zu lassen, sondern zu den Silberrückständen zu giefsen. Anders ist es bei der Reaction von Gallussäure und Pyrogallussäure. Hier wird das Silber, wenn hinreichend organische Substanz zugesetzt ist, vollständig gefällt. Zugleich schlägt sich aber immer etwas organische Substanz mit nieder und färbt den Niederschlag mehr oder weniger schwarz oder blau bis roth. So z. B. bei Anwendung von Essigsäure ist der Niederschlag mehr röthlich, bei Anwendung von Citronsäure mehr bläulich. Beide Flüssigkeiten, Eisenvitriol und Pyrogallus, wurden früher als Entwickler angewendet, neuerdings wendet man bei dem sogenannten nassen Verfahren nur Eisenvitriol an. Interessant ist nun, dafs solche pulverigen Silberpartikeln im photographischen Negativ im Stande sind, noch weitere in statu nascenti sich ausscheidende Silbertheilchen anzuziehen, und sich dadurch noch dunkler zu färben; darauf beruht der sogenannte

Verstärkungsprocefs in der Photographie. Entfernt man nämlich aus einem Collodionbild, das in der oben angeführten Weise entwickelt worden ist, das Jodsilber durch unterschwefligsaures Natron, so bleibt das Bild rein zurück in grauer Farbe, aus pulverigem Silber bestehend. Uebergiefst man dieses nun mit einer Mischung von Silberlösung und Pyrogallussäure oder Eisenvitriol, so schlägt sich abermals pulveriges Silber nieder, dieses hängt sich aber nun an das schon vorhandene Silber und macht so das Bild schwärzer, dicker.

Nicht uninteressant ist es nun, die chemischen Processe, durch welche eben dieses Silberpulver entsteht, kennen zu lernen. Woher kommt es, dafs in manchen Fällen sich das Silber als Spiegel ausscheidet, in anderen Fällen als graues Pulver?

Des Verfassers Untersuchungen haben ergeben, dafs alle Umstände, welche die Reduction des Silbers erschweren, die Entstehung des pulverigen, alle Umstände, welche dieselbe erleichtern, die Entstehung des Spiegelsilbers veranlassen. Daraus geht denn mit grofser Wahrscheinlichkeit hervor, dafs letzteres das Product einer directen Reduction ist, das körnig pulverige Silber dagegen aus einer indirecten Reduction hervorgeht. Im letzteren Falle entsteht zunächst Silberoxydul (daher rührt wohl auch die dunkle Farbe der Flüssigkeiten bei der Reduction); dieses wird aber durch Säuren sowie durch NH_3 zersetzt und dadurch pulveriges Silber ausgeschieden ($Ag_2O = AgO + Ag$).

Wichtig ist noch zu erwähnen, dafs Stafs ein violettes Silberpulver dargestellt hat durch Reduction einer sehr concentrirten Ammoniaksilberlösung durch Milchzucker. Dieser Punkt ist interessant, denn er läfst uns das violette Ansehen, das Silberphotographieen unter gewissen Umständen zeigen, erklären.

Der Silberniederschlag erscheint also, wie aus dem Gesagten hervorgeht, von sehr verschiedenem Ansehen. Am hellsten ist der mit salpetersaurem Eisenoxydul erzeugte, dunkler der mit Eisenvitriol gefällte, namentlich um so dunkler, je weniger Säure zugegen war, am dunkelsten erscheint der Niederschlag bei Gegenwart organischer Körper wie Gallussäure, Pyrogallussäure. In der Durchsicht erscheint der Niederschlag ebenso verschieden. Mitunter von grauer, mitunter von blauer, bräunlicher Farbe, daher das verschiedene Ansehen unserer Collodionbilder. Durch Drücken mit einem Polirstahl werden alle diese Niederschläge weifs und metallglänzend.

Gewisse Metallsalzlösungen wirken nun in eigenthümlicher Weise auf das pulverige Silber, indem sie unter Chlorabgabe oder Jodabgabe oder unter Bildung von Niederschlägen anders gefärbter Metalle die Farbe des grauen Silbers wesentlich modificiren. Uebergiefst man dieses z. B. mit Quecksilberchloridlösung, so färbt es sich braun; es bildet sich dabei Silberchlorür. Wirkt jedoch die Quecksilberlösung sehr lange, so geht dieses in weifses Chlorsilber über, während sich

zugleich Calomel niederschlägt. Auch Eisenchlorid wirkt färbend. Die Farbe des Silberchlorürs ist viel intensiver als die des metallischen Silbers, daher benutzt man diesen Procefs, um Silberbilder zu verstärken, d. h. dunkler zu machen.

In ähnlicher Weise wirkt nun auch das in Jodkalium gelöste Jodquecksilber. Uebergiefst man Silberpulver damit, so färbt es sich dunkelgrün unter Bildung von Silberjodür, bei längerer Wirkung wird dieses gelb unter Bildung von Jodsilber. Auch dieser Procefs wird in der Praxis benutzt. Jodlösung wirkt ähnlich wie das Quecksilberjodür.

Mischungen von Urannitrat und rothem Blutlaugensalz färben das Pulver tiefbraun, indem sich hier neben Cyansilber braunes Uraneisencyanür niederschlägt (Selle's Verstärkungsprocefs).

Auflösungen von Chlorgold oder Chlorgoldnatrium und Chlorplatin bewirken ebenfalls eine eigenthümliche Färbung des Silbers. Es schlagen sich unter Chlorsilberbildung pulveriges Gold oder Platina nieder, ersteres färbt die Masse blau, letzteres schwarz. Aehnlich wirken andere Platinametalle. Auf die Anwendung dieser edlen Metalllösungen beruhen die photographischen Schönungsmethoden, indem der durch sie bewirkte Ton wohl angenehmer ist, als der des ursprünglichen Silberbildes.

Ein Collodionbild wird in dieser Weise theilweise oder ganz in ein Platin- oder Goldbild übergeführt und besitzt so die Eigenschaft, sich einbrennen zu lassen; darauf beruht die Herstellung der Grüne'schen Photographieen auf Porzellan und Email.

Man kann durch diese chemischen Veränderungen des Silbers unserer Collodionbilder für die Praxis höchst wichtige Combinationen erhalten.

Nun haben wir noch das fein zertheilte Silber zu betrachten, aus dem unsere Papierbilder bestehen. Taucht man ein unter einem Negativ belichtetes Stück Uranpapier (s. o. S. 35) in eine Silberlösung, so schlägt sich an Stelle des Uranoxyduls Silber nieder und dieses erscheint von eigenthümlich brauner oder violetter Farbe, wesentlich verschieden von dem grauen Silber der Collodionbilder.

Belichtet man Chlorsilberpapier (s. u.), so färbt sich dieses mit der Zeit braun und enthält so ebenfalls metallisches Silber. Dieses metallische Silber wird von Metalllösungen wie Quecksilberchlorid, Goldchlorid etc. ebenso leicht verändert wie das pulverige graue Silber (s. o.), und beruhen darauf gewisse photographische Tonungsmethoden.

Seltsam ist die Farbenveränderung, die es beim Einbringen in unterschwefligsaure Natronlösung erleidet. Die schöne violette Farbe verändert sich dabei in ein häfsliches Gelbbraun.

Die Farbe dieses Silberniederschlages im Papier ist wieder verschieden je nach der Leimung desselben, mehr röthlich bei Gelatine-, mehr violett bei Eiweifspapier.

Davanne schreibt hier das verschiedene Ansehen dieser Niederschläge der Bildung von Lacken zu, d. h. chemischen (?) Verbindungen des metallischen Silbers mit der organischen Substanz. Durch Drücken und Reiben werden sie nicht metallglänzend.

Jetzt gehen wir über zu den Silberverbindungen. Diese gehören grofsentheils zu den direct lichtempfindlichen Körpern, d. h. denjenigen, welche für sich allein durch das Licht zersetzbar sind.

Wir fangen zunächst an mit dem Silberoxydul ($Ag^2 O$), d. i. ein wenig untersuchter Körper, der entsteht durch Einwirkung von Wasserstoffgas auf citronsaures Silberoxyd; es bildet sich dann, wie es scheint, ein citronsaures Silberoxydul, das sich in Wasser mit brauner Farbe löst. Durch Kalilauge wird aus der braunen Lösung das Silberoxydul als ein dunkelbrauner bis schwarzer Körper gefällt, der sich mit Salzsäure zu tiefdunkelviolettem Silberchlorür verbindet, und durch Ammoniak wie durch Säuren unter Zurücklassung von metallischem pulverigen Silber und sich auflösendem Silberoxyd zersetzt wird, z. B. $Ag_2O + SO_3 = AgO\,SO_3 + Ag$.

Auch aus anderen Silberoxydsalzen kann durch Behandeln mit Wasserstoff oder einem anderen Reductionsmittel Silberoxydul dargestellt werden, z. B. aus dem molybdänsauren und arsenigsauren Silberoxyd. Eine Verbindung des Silberoxyduls mit dem Eisenoxydul-Oxyd entsteht durch Wirkung von Eisenvitriol auf Silbersalz (s. o. S. 38).

Silberoxyd (AgO).

Dieses existirt in drei Modificationen, als braunes, schwarzes und violettes Silberoxyd. Ersteres entsteht durch Fällung von Silbersalzen mit Kalilauge als ein braunes wasserfreies Pulver, das zweite durch Kochen von Chlorsilber mit Kalilauge, das dritte durch Verdunsten einer ammoniakalischen, mit Kalilauge versetzten Silberlösung als feine mikroskopische Krystalle. Alle drei reagiren alkalisch, sind starke Basen, ziehen Kohlensäure aus der Luft an und lösen sich zum Theil in Wasser. Sämmtliche werden im Licht zersetzt; am auffallendsten das violette, welches alsbald schwarz wird. Der hierbei entstehende Körper ist Silberoxydul, denn er giebt mit Salzsäure ein violettes Silberchlorür, aus dem sich durch NO_5 kein metallisches Silber ausziehen läfst.

Interessanter als das Silberoxyd sind verschiedene seiner Salze für die Photographie. Hier steht in erster Reihe das

salpetersaure Silberoxyd ($AgO\,NO_5$),

eine Substanz, die für den Photographen das ist, was dem Chemiker die Schwefelsäure, dem Mechaniker das Eisen, ein Salz, ohne das die Photographie kaum bestehen könnte. Wir müssen deshalb bei den Eigenschaften dieses wichtigen Körpers länger verweilen.

Das Salz kommt in zweierlei Formen im Handel vor, als krystalli-

sirtes und geschmolzenes salpetersaures Silberoxyd. Beide finden in der Photographie Verwendung. Sie werden dargestellt durch Auflösen des reinen Silbers in Salpetersäure. Diese Auflösung geht bei Anwendung von starker Salpetersäure äufserst leicht von statten, namentlich bei Anwendung des Silbers in Pulverform. Man benutzt dazu am besten eine gute mit Trichter bedeckte tiefe Porzellanschale. Nachdem das Ganze aufgelöst ist, verjagt man die überschüssige Säure durch Abdampfen bei gelinder Wärme; sobald der gröfste Theil des Wassers verjagt ist und die Masse dick wird, mufs die Schale zugedeckt werden. Nach Vertreibung der letzten Antheile Feuchtigkeit erhitzt man vorsichtig, dann schmilzt die ganze Masse und fliefst ruhig. Waren mit den Rohmaterialien organische Substanzen gemengt, so wird die Masse beim Schmelzen schwarz, indem sich körnig pulveriges Silber ausscheidet, dann mufs man noch einmal in wenig Wasser lösen und mit einigen Tropfen NO_5 eindampfen, so bekommt man das Ganze völlig weifs. War Kupfer im Silber, so wird die Masse grün. Dann mufs man so lange schmelzen, bis eine Probe herausgenommen mit Ammoniak keine blaue Färbung mehr giebt. Das Kupfersalz zersetzt sich nämlich leichter als das Silbersalz, so dafs man bei vorsichtigem Erhitzen beide trennen kann. Wichtig ist aber, das geschmolzene Salz nicht zu lange und zu stark zu erhitzen, sonst entweicht Sauerstoff und es bildet sich anfangs salpetrigsaures Silber, später in der Glühhitze metallisches Silber. Nicht selten ist das Stangensilbersalz mit salpetrigsaurem Silberoxyd verunreinigt. Dies schadet für den Positivprocefs gar nichts, im Negativprocefs ergeben sich aber hierbei eigenthümliche Störungen, der Entwickelungsprocefs geht unter Schleierbildung vor sich, die Negative werden unklar. Man erkennt die salpetrige Säure, wenn sie in gröfserer Menge vorhanden ist, leicht durch Uebergiefsen des Silbersalzes mit Salpetersäure. Sie entweicht dann und zerfällt in NO_5 und $2\,NO_2$, letztere bildet rothe Dämpfe. Kleinere Mengen findet man durch Niederschlagen mit Jodkalium-Ueberschufs, Filtriren und Versetzen mit reiner Schwefelsäure und Stärke; diese färbt sich alsdann bei Gegenwart von NO_3 blau. Eben weil das geschmolzene Salz öfter in dieser Weise salpetrigsaures Silberoxyd enthält, zieht man in neuerer Zeit das doppelt krystallisirte Salz vor, das einfach erhalten wird durch Abdampfen bis zur Trocknifs (um alle Säure zu verjagen), Wiederauflösen und Krystallisiren.

Ein- für allemal ist zu bemerken, dafs das Abdampfen des Silbersalzes nicht in Räumen vorgenommen werden darf, wo Papiere oder gar Bilder liegen. Es scheint hierbei, sobald die Silberlösung sich ihrem Sättigungspunkt nähert, eine förmliche Verflüchtigung stattzufinden, denn trotz Bedeckung der Schale mit Trichter beschlagen binnen kurzer Zeit sämmtliche in dem Zimmer befindliche Papiere mit feinen im Licht braun werdenden Punkten, selbst die 20 Fufs entfernten.

Das salpetersaure Silberoxyd ist ein wasserfreies, im reinen Zustande neutral, ja sogar etwas alkalisch reagirendes Salz. Der Photograph thut stets gut, sich von der Reaction des Salzes zu überzeugen, denn nicht selten reagirt namentlich das krystallisirte Salz schwach sauer, was im Negativprocefs die Empfindlichkeit sehr beeinträchtigt.

Ebenso nöthig ist eine quantitative Prüfung, denn nicht selten ist das Salz mit Salpeter verunreinigt, um das Gewicht zu vermehren, da jetzt der Preis des Körpers sehr heruntergegangen ist. Es krystallisirt selbst mit Salpeter zusammen. Der Salpeter schadet zwar dem Processe nichts, wohl aber dem Geldbeutel. Am besten nimmt man diese Prüfung vor mit den bekannten Titrirapparaten (wir werden später eine einfache Methode beschreiben), oder durch Glühen einer gewogenen Menge im bedeckten Porzellantiegel, mit Rücksicht darauf, dafs 170 $AgO\,NO_5$ 108 Ag liefern müssen.

Mancher Höllenstein enthält auch etwas Chlorsilber, dieser scheidet sich alsdann beim Lösen in Wasser aus. Concentrirte Lösungen von Höllenstein lösen nämlich Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber auf, letzteres am leichtesten, die ersten beiden nur schwierig (s. S. 44 u. 46).

Wichtig ist die bedeutende Löslichkeit des Höllensteins in Wasser. Es ist das einzige der bekannten Silbersalze, welches sich leicht löst. Es löst sich im gleichen Gewicht Wasser, schwerer bei Gegenwart von NO_5. Kochender Alkohol löst $\frac{1}{4}$ seines Gewichts, setzt aber beim Erkalten fast alles wieder ab. Die leichte Löslichkeit in Wasser erlaubt Flüssigkeiten von beliebiger Concentration herzustellen, eine enorme Wichtigkeit für die photographische Praxis. Die Lösungen derselben sind die photographischen Silberbäder, die man in sehr verschiedener Concentration anwendet, einerseits um damit durch Wechselzersetzung andere sehr lichtempfindliche Silberverbindungen zu erzeugen, andererseits als lichtempfindliche Substanz selbst.

Das salpetersaure Silberoxyd ist zwar für sich allein im Licht nicht zersetzbar. Es kann jahrelang am Licht stehen, ohne sich zu färben; thut es das, so ist es nicht rein, sondern enthält entweder Chlorsilber oder organische Substanzen.

Die Lösung desselben ist aber im Licht zersetzbar, sie scheidet dabei zarte, feine, schwarze Silberkörnchen ab. Ebenso zersetzt es sich bei Gegenwart organischer Substanzen. Streicht man $AgO\,NO_5$ auf ein Stück Papier und legt es in das Licht, so färbt es sich braun. Diese braune Masse ist in der organischen Substanz fein vertheiltes Silber von violetter bis schwarzer Farbe (s. o. S. 40). Die Papierbilder werden auf solchem mit Höllenstein und Chlorsilber imprägnirten Papier erzeugt.

Von organischen Silberoxydsalzen sind für die Photographie nur einzelne von Wichtigkeit. Das essigsaure Silberoxyd ist ein

schwerlösliches weifses Salz, das sich für sich allein im Licht zersetzt; es wird an sich wohl kaum noch in der Photographie angewendet, dagegen bildet es sich öfter, namentlich in der Kälte, in einem mit Essigsäure angesäuerten Silberbade und scheidet sich dann in feinen Nadeln aus. Platten in solchem Bade sensibilisirt, bedecken sich dann mit Spiefsen und Nadeln. Das weinsaure und citronsaure Silberoxyd erhält man als weifse unlösliche Niederschläge beim Fällen von Silbersalz mit weinsauren und citronsauren Alkalien. Diese Salze sind sehr leicht durch das Licht zersetzbar, das erstere färbt sich dabei tief violettbraun, das andere mehr braunroth bis fuchsig. Wichtiger als diese Körper sind für die photographische Chemie:

Die Haloidsalze des Silbers: Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber.

Mit Chlor bildet das Silber zwei Verbindungen, das Silberchlorür ($Ag_2 Cl$) und das Chlorid ($AgCl$); ersteres entsteht, wenn man eine blanke Silberplatte mit Eisenchlorid betupft, als schwarzer Fleck, oder beim Behandeln des Silberoxyduls mit Salzsäure, oder bei verschiedenen Reductionserscheinungen des Chlorsilbers. Rein hat man es noch nicht dargestellt. Nur soviel weifs man, dafs es in Säuren und Wasser unlöslich ist, auch von Salpetersäure nicht zersetzt wird und beim Behandeln mit Ammoniak in pulveriges Silber und sich lösendes Silberchlorid zerfällt. Aehnlich wirken andere Lösungsmittel des Chlorsilbers, z. B. unterschwefligsaures Natron. Photographisch hat es Bedeutung als das Product der Zersetzung des Chlorsilbers im Licht.

Das Chlorsilber ($AgCl$)

findet sich in der Natur als compacte Masse, die sehr bald am Lichte anläuft und sich bräunlich färbt; diese Veränderung war schon den alten Alchymisten bekannt. Künstlich erzeugt man es durch Versetzen einer Silberlösung mit Salzsäure oder einem Chlormetall als einen durch seine Unlöslichkeit im Wasser ausgezeichneten weifsen käsigen Niederschlag, der sich schnell zusammenballt und zu Boden setzt, sich leicht in Ammoniak und unterschwefligsaurem Natron, schwerer in kochendem Salmiak und Kochsalzlösung auflöst. Diese Auflösung ist keine directe, sondern von Zersetzungen begleitet (s. u.). Jodkalium zersetzt und löst es ebenfalls. Es schmilzt in der Glühhitze und erstarrt beim Erkalten zu einem Glase oder einer hornigen Masse (Hornsilber); es krystallisirt aus ammoniakalischen Lösungen leicht in Würfeln. Es wird leicht durch Zink und Eisen zu Metall reducirt, letzteres erscheint dabei grau und pulverförmig. Seine Unlöslichkeit ist die Basis der Erkennung der Silbersalze durch Salzsäure. Es giebt jedoch Umstände, unter denen diese Reaction nicht zuverlässig ist. Bei Gegenwart von

organischen Substanzen ist nämlich das Chlorsilber etwas löslich im Wasser. Ebenso löst sich Chlorsilber in sehr concentrirter salpetersaurer Silberlösung, und scheidet sich beim Verdünnen mit Wasser wieder ab. Mancher im Handel vorkommende Höllenstein enthält Chlorsilber und löst sich deshalb unter Trübung auf. Dieses Chlorsilber ist nun ein direct, d. h. für sich allein im Licht zersetzbarer Körper; stellt man es ans Licht, so färbt es sich bald violett, die Farbe geht mit der Zeit ins Chocoladenbraune über, wird aber bei reinem Chlorsilber niemals schwarz, wie in chemischen Lehrbüchern steht. Die Zersetzung ist nur oberflächlich, innen bleibt ein weifser Kern von AgCl.

Scheele war der Erste, der diese Veränderung des Chlorsilbers im Licht studirte. Er constatirte die Entwicklung von Chlor und behauptete, dafs metallisches Silber neben unzersetztem Chlorsilber zurückbleibe. Diese Behauptung wurde später von Wetzlar und Wittstein angegriffen, die angaben, Chlorsilber zersetze sich in freies Chlor und Subchlorid; dagegen haben neuerdings Davanne und Girard Scheele's Behauptung wieder adoptirt und die Zersetzung in freies Chlor und metallisches Silber vertheidigt.

Um nun diesen widersprechenden Zeugnissen gegenüber Klarheit zu gewinnen, machte der Verfasser eine Reihe von Versuchen über die Zersetzung des Chlorsilbers, Bromsilbers und Jodsilbers im Licht, aus denen hier nunmehr das Wichtigste herausgehoben werden soll.

Was zunächst das Chlorsilber anbetrifft, so ist die Entwicklung von Chlor im Licht schon durch den Geruch zu constatiren. Wenn nun Chlor frei wird, kann nur zweierlei zurückbleiben, entweder metallisches Silber oder ein Subchlorid.

Metallisches Silber ist nun in Salpetersäure löslich; ist dieses demnach in der durch Licht gefärbten Masse vorhanden, so mufs sich dasselbe durch Salpetersäure ausziehen lassen. Durch Kochen mit Salpetersäure löst sich aber nicht die Spur Silber, also kann nur ein Subchlorid gegenwärtig sein. Chlorsilber zersetzt sich demnach im Licht zum Theil in freies Chlor und zurückbleibendes Subchlorid ($2AgCl = Ag_2Cl + Cl$).

Davanne behauptet neuerdings, dafs Chlorsilber in feinster Vertheilung, d. h. wenn dasselbe in sehr grofser Oberfläche dem Licht exponirt wird, dennoch zu metallischem Silber reducirt würde. Er beschreibt jedoch nicht die Art, wie er dieses Resultat gewonnen hat.

Das Bromsilber (AgBr).

Brom bildet mit dem Silber ebenso wie das Chlor zwei Verbindungen, das Silberbromür (Ag_2Br) und das Silberbromid (AgBr). Erstere ist nur bekannt als Zersetzungsproduct des letzteren, und zeigt sich in seinem chemischen Verhalten dem Silberchlorür analog. Silber-

bromid (das gewöhnliche Bromsilber) ist ein in seinem chemischen Verhalten dem Chlorsilber ganz ähnlicher Körper, der beim Versetzen von Silberlösungen mit Brommetallen als ein gelblicher, käsiger Niederschlag erscheint, und sich in Ammoniak etwas schwerer, in den übrigen oben angeführten Lösungsmitteln aber ebenso leicht wie Chlorsilber löst.

In Silbernitratlösungen löst sich Bromsilber etwas leichter als Chlorsilber und liefert damit unter Umständen Krystalle einer Verbindung der Formel $AgONO_5 + AgBr$, die jedoch durch Wasser zerfällt.

Im Licht färbt sich Bromsilber blafsgrauviolett unter deutlicher Entwickelung von Brom. Die zurückbleibende blafsgrauviolette Masse giebt an kochende Salpetersäure kein Silber ab, demnach kann sie nur ein Silberbromür enthalten. Bromsilber zersetzt sich also im Licht in freies Brom und Silberbromür.

Das Jodsilber (AgJ)

bildet sich als ein gelber Niederschlag beim Versetzen von Silbersalzen mit Jodkalium. Dieser gelbe Niederschlag ist in vielen Stücken dem Chlorsilber und Bromsilber ähnlich, zeigt aber doch einige charakteristische Unterschiede. Man erhält es nämlich zunächst als Körper von verschiedenen Eigenschaften, jenachdem man beim Darstellen überschüssige Silberlösung oder überschüssige Jodkaliumlösung anwendet. Im ersteren Fall bildet es einen mehr orangegelben, im letzteren Fall einen mehr blafsgelben Niederschlag. Der erstere färbt sich im Licht, der letztere nicht. Es ist unlöslich in Ammoniak, dadurch unterscheidet es sich vom Bromsilber und Chlorsilber; dagegen ist es, wie alle anderen Silbersalze, löslich in unterschwefligsaurem Natron, Cyankalium etc. Es zeigt ein eigenthümliches Verhalten zu Silberlösungen.

Während nämlich Chlorsilber und Bromsilber nur sehr schwer in Höllensteinlösungen löslich sind und eine Lösung von 10 pCt. $AgONO_5$ kein Chlorsilber und Bromsilber mehr aufzulösen vermag, löst sich das Jodsilber verhältnifsmäfsig leicht darin auf und bildet dann eine krystallisirbare weifse Verbindung $2 AgONO_5 + AgJ$ Jodsilbersalpeter*), die man aus sehr concentrirten Silberlösungen in Krystallen erhalten kann, die aber durch viel Wasser zersetzt wird.

Diese Löslichkeit des Jodsilbers in Silberlösungen ist ein für die photographische Praxis wichtiger Umstand. Der Photograph braucht als lichtempfindliche Substanz im Negativprocesse eine Jodsilberschicht, die er erzeugt, indem er eine jodmetallhaltige Collodionschicht in eine Silberauflösung taucht. Hierbei bildet sich nun zunächst Jodsilber; dieses wird aber bei längerem Verweilen in der Lösung oft vollständig wieder aufgelöst. Daher müssen die photographischen Silber-

*) Nach Schnaufs ist die Formel $AgONO_5 + AgJ$.

bäder stets vorher zum Theil mit Jodsilber gesättigt werden, um das Auflösungsvermögen für Jodsilber zu vermindern. Alkohol, Aether, Essigsäure, Salpetersäure befördern die Löslichkeit des Jodsilbers im Silberbade sehr bedeutend, die letztere Säure am meisten. Ein abnormes Verhalten zeigt diese Lösung gegenüber der Temperatur. Während andere Körper mit wenigen Ausnahmen in der Wärme löslicher sind, wie in der Kälte, verhält sich die Auflösung des Jodsilbers in Silberbädern gerade umgekehrt. Dasselbe löst sich in der Kälte leichter, in der Wärme schwerer; erwärmt man eine gesättigte Auflösung, so trübt sie sich unter Ausscheidung von Jodsilber, beim Erkalten wird sie wieder klar. Diese Erscheinung ist in der photographischen Praxis nicht selten. Im hohen Sommer beobachtet der Photograph, dafs sein Silberbad sich plötzlich trübt, dafs es über Nacht von selbst und ohne einen Bodensatz zu liefern, wieder klar wird. Diese Trübungen verursachen, wie wir später sehen werden, Löcher in der Collodionschicht.

Hinsichtlich der quantitativen Verhältnisse bemerken wir, dafs in einer Silberlösung 1 : 10 auf 10 Cubikcent. 0,053 Jodsilber gelöst werden können, in einer Silberlösung 1 : 8 in 100 Cubikcent. 0,077 Jodsilber bei 16°. Alkohol und ätherreiche Bäder enthalten freilich mehr, doch erreicht die Menge des aufgelösten Jodsilbers noch nicht 1 pCt. des im Bade enthaltenen salpetersauren Silbers *).

Durch Wasser wird dieses Jodsilber ausgeschieden, eine Lösung von 3½ pCt. Silbersalz enthält fast kein Jodsilber mehr. Ebenso leicht wie Jodsilber sich in salpetersaurer Silberlösung löst, löst es sich nun auch in Jodkalium, Jodnatrium etc., indem sich hier Doppelsalze ($AgJ + KJ$ oder $AgJ + 2KJ$) bilden. Diese Doppelsalze werden durch viel Wasser zersetzt und blafsgelbes Jodsilber im feinpulverigen Zustande ausgeschieden.

Jetzt kommen wir nun auf den Hauptpunkt zu sprechen: die Lichtempfindlichkeit des Jodsilbers.

Das käsige, dunkelgelbe Jodsilber, welches man in überschüssiger Silberlösung erhält, färbt sich im Licht grünlichgrau; das pulverige, bei Ueberschufs von Jodkalium erhaltene, ist im Licht unveränderlich. Nun sollte man glauben, dafs analog dem Brom- und Chlorsilber beim Belichten des Jodsilbers Jod frei würde, das ist aber nicht der Fall, weder mit Stärkekleister noch mit Schwefelkohlenstoff läfst sich nur eine Spur freien Jods bei der Belichtung des Jodsilbers nachweisen. Man hat deshalb die Meinung geäufsert, dafs sich vielleicht Jodür und Superjodid bilde; diese Meinung ist aber unhaltbar, da noch Niemand bisher ein Silbersuperjodid erzeugt hat und das Jod überhaupt keine Neigung hat, Superjodide zu bilden. Daher nehmen

*) Siehe Photographische Mittheilungen No. 1 und 3.

viele Forscher an, daſs Jodsilber im Licht keine chemische Zersetzung, sondern nur eine physikalische Veränderung erleide. Diese Meinung wäre nicht ungerechtfertigt, wenn nicht das Verhalten des Jodsilbers bei Gegenwart gewisser jodabsorbirender Körper zu anderen Schlüssen berechtigte. Jodabsorbirende Körper, wie Höllensteinlösung, arsenigsaures Natron, Tannin, Zinnchlorür haben nämlich die Eigenthümlichkeit, die Zersetzung des Jodsilbers im Licht sehr energisch zu befördern. Während reines Jodsilber sich im Lichte nur blaſsgrün färbt, färbt sich Jodsilber in Berührung mit genannten Körpern viel schneller und dunkler, und diese Erscheinung ist nur erklärbar durch eine chemische Zersetzung des Jodsilbers. Jodsilber scheint wie Eisenoxyd, Uranoxyd zu den Körpern zu gehören, die für sich allein keine Zersetzung im Lichte erleiden, wohl aber bei Gegenwart von Substanzen, welche sich mit einem der bei der Belichtung frei werdenden Bestandtheile verbinden (s. u. S. 49).

Einfluſs verschiedener Substanzen auf die Lichtempfindlichkeit der Silberhaloidsalze.

Betrachtet man die drei Körper Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber, so bemerkt man, daſs Chlorsilber sich im Licht am dunkelsten färbt, weniger dunkel das Bromsilber, am hellsten das Jodsilber, die beiden ersten unter deutlich nachweisbarer chemischer Zersetzung und Bildung von Chlorür und Bromür, das letztere ohne nachweisbare chemische Veränderung. Diese Veränderungen der drei Haloidsalze im Sonnenlicht werden nun wesentlich modificirt durch den Einfluſs fremder Substanzen, mit denen sie in Berührung sind, wie dies schon aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist. Hier ist zunächst anzuführen: der Einfluſs des Wassers.

Bei Gegenwart von Wasser bildet sich nicht freies Chlor und freies Brom, sondern Bromwasserstoffsäure und Chlorwasserstoffsäure. Das Wasser reagirt daher sauer; im Uebrigen bildet sich hier ebenfalls Silberchlorür und Bromür. Beim Belichten von Jodsilber unter Wasser bleibt dieses neutral.

Charakteristischer ist der Einfluſs der Säuren. Dieselben verlangsamen die chemische Veränderung, welche Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber im Licht erleiden. Unter Salpetersäure von 1,2 sp. G. färbt sich Jodsilber gar nicht, ebenso bleibt Chlorsilber unter rauchender Schwefelsäure weiſs. Essigsäure und verdünnte Schwefelsäure verlangsamen die Farbenveränderung des Jodsilbers im Licht; auf Bromsilber wirken sie ebenso, jedoch schwächer.

Merkwürdig ist, daſs im Licht gefärbtes Bromsilber durch Salpetersäure von 1,2 sp. G. etwas gebleicht wird, Jodsilber nimmt dadurch seine ursprüngliche gelbe Farbe vollständig wieder an.

Aehnlich den Säuren wirken manche Salze. Chlorsilber, welches eine Spur Quecksilberchlorid enthält, färbt sich gar nicht im Licht, wahrscheinlich bildet sich hier eine im Licht nicht zersetzbare Doppelverbindung. — Unter Eisenvitriollösung färbt sich Chlorsilber nur sehr langsam, weil Eisenvitriol einen grofsen Theil der chemisch wirkenden Strahlen verschluckt.

Nun giebt es auch eine Reihe von Körpern, welche die Veränderungen, die gedachte Salze im Lichte erleiden, entschieden befördern, und der bekannteste von allen ist das salpetersaure Silberoxyd.

Bromsilber und Jodsilber färben sich unter Höllensteinlösung viel schneller und intensiver im Licht als im reinen Zustande.

Bei Chlorsilber tritt diese Erscheinung weniger hervor.

Bromsilber färbt sich dabei tief violett, Jodsilber dunkelgrün *).

Diese intensive Zersetzung erklärt sich einfach durch die kräftige Absorption, welche salpetersaures Silber gegen Brom und Jod ausübt, denn auch andere jodabsorbirende Körper befördern die Veränderung des Jodsilbers im Licht in sehr merkbarem Grade. Verfasser dieses wies dies mit dem arsenigsauren Natron nach, dann mit Zinnchlorür, Brechweinstein (siehe Photograph. Mittheilungen, II. Jahrg., No. 14). Das durch Ueberschufs von Jodkalium gefällte lichtunempfindliche Jodsilber wird durch die eben genannten Körper lichtempfindlich gemacht.

Man nennt diese Körper, deren Gegenwart die Lichtempfindlichkeit bedingt oder vermehrt, Sensibilisatoren. Sie spielen in der Photographie eine wichtige Rolle (s. u. S. 52). Solcher Sensibilisator ist nun auch unter Umständen die Papierfaser (s. o. Eisen, Chrom).

Papier mit Chlorsilber und Bromsilber imprägnirt, färbt sich im Licht viel dunkler als reines Chlorsilber und Bromsilber, ersteres tief chocoladenbraun, letzteres violett.

Hierbei werden diese Salze durch Einflufs der organischen Substanz zu metallischem violetten Silber reducirt, denn das Papier wird durch Salpetersäure in der Wärme entfärbt (freies Silber ist freilich in derselben nicht nachzuweisen, da hierbei noch organische Substanzen vorhanden sind, welche die Reaction hindern).

Dieser Umstand, dafs Chlorsilber- und Bromsilberpapier auf diese Weise zu metallischem Silber reducirt werden, hat wohl Davanne veranlafst, anzunehmen, dafs das AgBr und AgCl direct zu metallischem Silber reducirt werden, dafs dies jedoch bei dem reinen AgBr und AgCl nicht der Fall ist, kann man leicht durch Erwärmen derselben mit NO_5 nachweisen (s. o.).

---

*) Bei der Belichtung des Bromsilbers unter Höllensteinlösung scheidet sich auch pulveriges metallisches Silber aus, wie Verfasser nachwies.

Das Chlorsilberpapier färbt sich viel stärker als Bromsilberpapier; dem entspricht auch die viel intensivere Zersetzung, die das Chlorsilber hier erleidet und die aus der gröfseren Verwandtschaft des Cl zum Wasserstoff der Papierfaser sich erklären läfst.

Jodsilberpapier färbt sich nur sehr wenig graugelb, erst nach monatelanger Wirkung wird die Farbe etwas bräunlich.

Auf diese Färbung, welche Chlorsilber in Berührung mit organischen Substanzen, namentlich mit Papier im Sonnenlicht erleidet, beruht zum Theil der photographische Positivprocefs. Hier werden Papiere mit Chlormetallen imprägnirt und dann in Silberlösungen gebadet; es entsteht dabei Chlorsilber, welches neben freiem $AgONO_5$ im Papiere zurückbleibt; beide, sowohl das AgCl als auch das $AgONO_5$, färben sich in Berührung mit organischer Substanz im Licht, und so erhält man ein violettes Bild, dessen Farbe je nach den Beimengungen mehr oder weniger variirt. Bromsilber und Jodsilber, welche sich im Licht viel weniger färben, werden im gewöhnlichen Positivprocefs nicht angewendet.

Photographisches Verhalten des Chlor-, Brom- und Jodsilbers.

Im vorigen Abschnitt haben wir die chemischen Veränderungen welche Chlor-, Brom- und Jodsilber im Licht erleiden, näher betrachtet.

Nun zeigen aber die belichteten Chlorsilber-, Bromsilber- und Jodsilbermassen noch ganz andere eigenthümliche Eigenschaften, welche mit ihren chemischen Eigenschaften nicht verwechselt werden dürfen. Läfst man dieselben nämlich nur ganz kurze Zeit im Lichte liegen, so dafs eine kaum bemerkbare Färbung eingetreten ist, und übergiefst sie dann mit einer Silberauflösung, die mit einem reducirenden Körper gemischt ist, wie Eisenvitriol, Pyrogallussäure etc., so schlägt sich an den belichteten Stellen körnig pulveriges Silber nieder und färbt die Masse dadurch dunkel, und dies um so intensiver, je länger und je stärker das Licht gewirkt hat.

Aehnlich wirken Quecksilberoxydullösungen, mit Eisenvitriol gemischt, auch sie machen den Lichteindruck durch Entstehung eines Quecksilberniederschlags an den belichteten Stellen sichtbar (Carey Lea).

Alle diese Flüssigkeiten, welche in der Photographie angewendet werden, um ein unsichtbares Bild sichtbar zu machen, nennt man Entwickler oder Hervorrufer.

Die genannten Salze haben also im Licht eigenthümliche Aenderungen erlitten, vermöge deren sie fähig sind, körnig pulveriges Silber anzuziehen. Diese Veränderung nennen wir zum Unterschiede von der chemischen Veränderung die graphische. Die Färbung, welche sie im Entwickler annehmen, nennen wir zum Unterschiede von der

chemischen Färbung, welche die Körper direct im Licht erleiden, die photographische Färbung.

Die Fähigkeit, sich im Entwickler zu schwärzen, nennen wir photographische Empfindlichkeit.

Diesen Begriffen stellen wir gegenüber die photochemische Färbung und die photochemische Empfindlichkeit als Ausdrücke für die Intensität der Farbenveränderung und der chemischen Zersetzung, welche gedachte Salze durch das Licht allein erleiden.

Diese photographische Färbung steht nun merkwürdigerweise in keiner Beziehung zur photochemischen. Chlorsilber färbt sich photochemisch am dunkelsten, Jodsilber am hellsten.

Im Entwickler, d. h. in der mit einem Reductionsmittel gemischten Silberlösung ist es umgekehrt; hier färbt sich Jodsilber am intensivsten, Chlorsilber am schwächsten.

Auf dieser photographischen Färbung der genannten Salze im Entwickler beruht der sogenannte Negativprocefs, bei dem eine präparirte Collodion-Jodsilberplatte dem Licht ausgesetzt wird und dann mit Eisenvitriollösung (s. o. S. 37) behandelt wird. Und weil eben das Jodsilber das photographisch empfindlichste Salz ist, wird dieses als lichtempfindliches Hauptmaterial im Negativprocefs angewendet; neben diesem das Bromsilber, selten oder nicht das Chlorsilber.

Die photographische Färbung der drei Salze ist bedeutend gröfser als ihre photochemische. Während mit Hülfe der photochemischen Wirkung erst nach längerer Belichtung (bis Stunden dauernd) selbst auf dem chemisch empfindlichsten Chlorsilber eine beträchtliche Färbung wahrnehmbar ist, genügt eine Belichtung von Minuten, ja Secunden, um eine höchst intensive photographische Färbung hervorzubringen; dieser Umstand ist für die Photographie von bedeutender Wichtigkeit, denn er erlaubt uns, die Expositionszeit bedeutend abzukürzen, d. h. schon in wenigen Secunden oder Minuten ein intensives Bild zu erhalten, und durch Auffindung dieser photographischen Färbung ist erst die Photographie auf ihren jetzigen Standpunkt der Vollkommenheit gehoben worden.

Da nun diese photographische Färbung eine so bedeutende Rolle spielt, ist es auch von wesentlichem Interesse, den Einflufs kennen zu lernen, den die Gegenwart fremder Körper auf dieselbe ausübt. Diese fremden Stoffe können nun entweder schon bei der Exposition zugegen sein, oder aber erst nach derselben auf die belichteten Salze wirken, beides ist zu berücksichtigen. Wir sahen oben, dafs Säuren, z. B. Salpetersäure, die chemische Empfindlichkeit vermindern (s. S. 48).

Aehnlich wirken sie auf die photographische Empfindlichkeit.

Exponirt man mit Salpetersäure von 1,2 sp. G. befeuchtetes Jodsilber und Bromsilber und behandelt es dann mit dem Entwickler, so färbt es sich gar nicht.

Verdünnte Schwefelsäure und Essigsäure wirken ähnlich, jedoch schwächer, die photographische Empfindlichkeit wird dadurch nicht vernichtet, sondern nur geschwächt.

Aehnlich ist die Wirkung der Säuren nach der Exposition. Benetzt man belichtetes Jodsilber und Bromsilber mit Salpetersäure, so wird dadurch der Lichteindruck zerstört, und die Papiere färben sich nicht im Hervorrufer.

Da Säuren sowohl während der Exposition als auch nach der Exposition auf die Empfindlichkeit der Silbersalze wirken, so folgt daraus die Wichtigkeit, die Gegenwart derselben bei Bereitung sehr empfindlicher Präparate möglichst auszuschliefsen, also vermeide man ein sehr saures Silberbad, einen übertrieben sauren Hervorrufer.

Aehnlich wie Säuren wirkt nun Jodkalium auf AgJ. (Bromsilber und Chlorsilber werden durch Jodkaliumlösung in Jodsilber umgewandelt.) Dasselbe vernichtet die photographische Empfindlichkeit gänzlich, sowohl bei als nach der Exposition angewendet.

Nun giebt es aber eine Reihe andrer Körper, welche die photographische Empfindlichkeit gedachter Salze ganz bedeutend erhöhen, es sind dieselben, welche auch die photochemische Empfindlichkeit vermehren. Man nennt diese Körper Sensibilisatoren.

Chlorsilber, Bromsilber, Jodsilber färben sich im Entwickler, wenn sie für sich allein exponirt wurden, nur schwach, bedeutend intensiver jedoch bei der Exposition unter Silberlösung; am intensivsten färbt sich auch hier wieder das Jodsilber, am schwächsten das Chlorsilber. Dadurch haben wir ein Mittel, die photographische Empfindlichkeit auf das Gewaltigste zu steigern und daher kommt es dann, dafs man in der photographischen Praxis die Platten feucht von anhängender Silberlösung exponirt. Auch Rohpapier mit $AgONO_5$ befeuchtet, wirkt photographisch, d. h. es färbt sich nach dem Belichten im Entwickler.

Bei Besprechung des chemischen Verhaltens der Silbersalze im Licht hatten wir den Unterschied zwischen dem mit Ueberschufs von Jodmetall und dem mit Ueberschufs von Silberlösung gefällten Jodsilber betont. Letzteres färbt sich im Licht, ersteres nicht (s. S. 47).

Auch in photographischer Hinsicht sind beide verschieden. Ersteres, das mit Ueberschufs von Jodkalium gefällte, galt lange für photographisch unempfindlich und ist es auch sicher gegen die schwachen Lichteindrücke.

Neuerdings hat Lea jedoch dessen Empfindlichkeit gegen starke Lichteindrücke nachgewiesen. Thatsache ist aber, dafs das mit Ueberschufs von Silbersalz gefällte AgJ photographisch bedeutend empfindlicher ist. Da dies auch mit dem ganz rein ausgewaschenen Jodsilber der Fall ist, so mufs man annehmen, dafs immer eine Spur des Fällungsmittels in den Salzen zurückbleibt, also einerseits von Jodkalium, an-

drerseits von Silbersalz, und dafs diese die bereits festgestellte Wirkung ausüben.

Es ist eine bekannte Thatsache, dafs die meisten Niederschläge Spuren fremder Salze einschliefsen und von diesen schwer zu befreien sind.

Merkwürdig ist, dafs auch mit Höllensteinlösung befeuchtetes und gewaschenes Papier nach kurzer Belichtung im Entwickler sich dunkel färbt.

Längere Zeit kannte man keinen andern Sensibilisator als salpetersaures Silberoxyd. Eine von Hunt 1842 nachgewiesene Thatsache, dafs auch Blutlaugensalzlösung sensibilisirend wirke, wurde lange Zeit nicht beachtet. Da trat Poitevin 1862 mit der Entdeckung auf, dafs auch Tannin als Sensibilisator wirke, ebenso Gallussäure, Pyrogallussäure und ähnliche Körper. Man glaubt daher, dafs reducirende Substanzen im Allgemeinen als Sensibilisatoren wirken, konnte jedoch mit dieser Hypothese die Wirkung des salpetersauren Silberoxyds, des wichtigsten Sensibilisators, nicht erklären, da dieser kein Reductions-, sondern sogar ein Oxydationsmittel ist.

Durch die Untersuchungen des Verfassers wurde der Widerspruch aufgeklärt. Er schrieb März 1865 (siehe Photographische Mittheilungen II. Jahrgang S. 21) über diesen Punkt:

„Langes Nachdenken und mehrfache darauf gegründete Versuche zeigten mir, dafs salpetersaures Silberoxyd und Tannin, so different sie auch sein mögen, dennoch etwas Gemeinsames haben: Beide absorbiren mit grofser Leichtigkeit freies Jod. Man tröpfle Silberlösung zu Jodstärke, die Entfärbung erfolgt augenblicklich (darauf beruht ja meine neue Silbertitrirmethode). Man tröpfle Tanninlösung oder Gallussäurelösung zu Jodstärke, sie wird ebenfalls entfärbt.

Diese Thatsachen führten mich auf die Vermuthung, dafs sich Jodsilber im Licht ähnlich wie Uransalze, Eisensalze verhalte, d. h. nur bei Gegenwart eines Körpers zersetzbar sei, der das Jod zu absorbiren im Stande ist.

Um diese Vermuthung zu prüfen, wählte ich einen dritten Körper, der ebenfalls freies Jod leicht absorbirt, aber in seinen sonstigen Eigenschaften vom Silbersalz sowohl als auch vom Tannin wesentlich verschieden ist, nämlich das arsenigsaure Natron.

5 Gramme arsenige Säure,
$2\frac{1}{2}$ Gramme kohlensaures Natron,

wurden in 50 Grammen Wasser gelöst und diese Lösung auf etwas mit Ueberschufs von Jodkalium gefälltes, also lichtunempfindliches Jodsilber gegossen. Trotz des trüben Tageslichtes war schon nach wenigen Minuten eine leichte Verdunklung warnehmbar. Am nächsten Morgen hatte sich das Jodsilber genau ebenso

grünlich gefärbt, wie bei der Exposition unter salpetersaurer Silberlösung. Der Versuch wurde mit directem Sonnenlicht wiederholt. Hier färbte sich das Jodsilber beim Schütteln schon binnen wenigen Secunden graugrünlich. Eine gleichzeitig ins Dunkle gestellte Probe veränderte sich nicht im Geringsten.

Jetzt versuchte ich noch mehrere das Jod kräftig absorbirende Körper. Zunächst möglichst neutrale salpetersaure Quecksilberoxydullösung.

Schon im diffusen Licht färbte sich das Jodsilber unter dieser Lösung innerhalb weniger Minuten grün.

Eine zweite Probe ins Dunkle gestellt blieb vollkommen hellgelb.

Ein dritter das Jod absorbirender Körper ist der Brechweinstein. Jodstärke wird von einer Lösung desselben, obgleich nur langsam, entfärbt, schneller bei Gegenwart von kohlensaurem Natron; dem analog war sein Verhalten als Sensibilisator. Jodsilber färbte sich in Berührung damit im Licht langsam grau, schneller bei Gegenwart von kohlensaurem Natron.

Ein vierter das Jod kräftig absorbirender Körper ist das Zinnsalz (Zinnchlorür). Ich löste dieses mit Salmiak in Wasser und brachte es auf unempfindliches Jodsilber. Es färbte sich schon nach wenigen Minuten im diffusen Lichte schnell graugrün, das freie suspendirte Pulver braun.

Eine im Dunkeln stehende Probe veränderte sich nicht im Geringsten.

Von allen hier versuchten Körpern scheint Zinnsalz der kräftigste Sensibilisator zu sein.

Tannin kam ihm in seiner Wirkung am nächsten, auch unter diesem färbten sich die gröberen Theile des Jodsilbers grün, die feineren braun.

Auf Grund dieser Versuche, welche sämmtlich meine oben geäufserte Vermuthung bestätigen, glaube ich den Satz aussprechen zu dürfen:

> Diejenigen Körper, welche freies Jod leicht absorbiren und dasselbe chemisch binden, wirken sensibilisirend auf Jodsilber.

Ob die gedachten Sensibilisatoren selbst bei der Jodaufnahme eine Zersetzung erleiden (wie dies in den meisten Fällen der Fall sein wird), lasse ich vorläufig aufser Acht.

Dafs diese Substanzen in gleicher Weise, je nach ihrer Fähigkeit Brom und Chlor zu absorbiren, auch die Zersetzung des Bromsilbers und Chlorsilbers im Licht befördern, versteht sich nach den bereits vorliegenden Erfahrungen wohl von selbst.

Die Erklärung des räthselhaften Verhaltens des Jodsilbers etc. etc. hat jetzt keine Schwierigkeit mehr. Mit Ueberschufs von Jod-

kalium gefälltes Jodsilber hält eine Spur Jodkalium zurück. Letzteres ist nicht im Stande Jod chemisch zu binden, daher erfolgt keine Zersetzung. Mit Ueberschufs von Silbersalzen gefälltes Jodsilber enthält noch eine Spur Silbersalz, welches Jod bindet, daher erfolgt Zersetzung. Selbstverständlich kann die vorhandene Spur Silbersalz nur eine sehr kleine Quantität Jod absorbiren, daher ist die vorgehende Zersetzung nur schwach und hört bald auf.*) Ist dagegen Silbersalz im Ueberschufs vorhanden wie bei nassen Platten, so ist die Zersetzung eine bedeutend energischere und länger dauernde, daher die gröfsere Empfindlichkeit.

Tannin wirkt als Sensibilisator, weil es ebenso wie freies Silbersalz das Jod zu absorbiren im Stande ist.

Es wird, nachdem dieser photographische Fundamentalsatz aufgefunden ist, nicht schwer halten, noch Hunderte von unorganischen und organischen festen, flüssigen und gasförmigen Körpern zu finden, welche in gleicher Weise wie Silberlösung und Tannin, sensibilisirend wirken und dürften bei näherer Prüfung derselben, sich bald bedeutsame Resultate für die photographische Praxis ergeben.

Man wird Trockenplatten construiren, die erst unmittelbar vor der Belichtung durch irgend einen gasförmigen Sensibilisator in der Camera lichtempfindlich gemacht worden, man wird vielleicht unter den ätherischen Oelen Aldehyden, Oelsäuren jodabsorbirende Körper finden, welche sich durch leichte Löslichkeit in Alkohol und Aether auszeichnen und in den Collodion-Negativ- und Positiv-Processen ohne Silberbad von Sayce und Simpson als Sensibilisatoren dem schwer löslichen Silbersalz vorzuziehen sein dürften etc. etc.

Auf eines will ich hier noch aufmerksam machen, nämlich auf die grüne, im fein zertheilten Zustande braune Substanz, welche sich bei der Zersetzung des Jodsilbers im Licht bildet. Diese ist wahrscheinlich Silberjodür. Ich habe dieses Ag_2J durch Einwirkung von Jodkalium auf Silberchlorür als ein grünes Pulver dargestellt, das in seinem Aussehen vollkommen dem im Licht veränderten Jodsilber glich."

Neuere Forschungen haben die damals ausgesprochenen Ansichten des Verfassers nur bestätigt und erweitert. Das Blutlaugensalz, das bereits von Hunt als Sensibilisator erkannt wurde, absorbirt ebenfalls kräftig das Jod.

Man hat gegen die Untersuchungen des Verfassers eingewendet, dafs diese nur die Vermehrung der chemischen Empfindlichkeit, nicht aber die der photographischen (durch die gedachten Sensibilisatoren) festgestellt hätten. Dieser Einwand fällt schon mit Rücksicht, dafs

*) Zugleich erklärt sich hieraus, warum ich bei der Veränderung des Jodsilbers im Licht kein freies Jod nachweisen konnte.

bei Tannin und Blutlaugensalz auch die Vermehrung der photographischen constatirt worden ist. Neuerdings hat der Verfasser selbst seine Untersuchungen erweitert und die bedeutende Vermehrung der photographischen Empfindlichkeit durch arsenigsaures Natron festgestellt. Ebenso fand er im Nelken-Oel und Bittermandel-Oel zwei kräftig jodabsorbirende Körper, die bei weiteren Versuchen sich als kräftige Sensibilisatoren in photographischer Hinsicht geltend machten.

Jodsilberpapier wurde zum Theil mit den gedachten Flüssigkeiten benetzt dem Licht ausgesetzt und dann gewaschen. Bei der Entwicklung färbten sich die benetzt gewesenen Stellen bedeutend schneller und intensiver als die andern. — Es wurde von Poitevin der Einwand erhoben, dafs Terpentin-Oel nicht sensibilisirend wirke, obgleich es sehr energisch Jod absorbire (mit trockenem Jod vereinigt sich Terpentin-Oel unter Explosion). Hier mufs jedoch beachtet werden, dafs diese Verwandtschaft des Jods zum Terpentin-Oel unter verschiedenen Umständen sehr verschieden ist.

Jodstärke wird vom Terpentin-Oel nur langsam und träge entfärbt, bei Gegenwart von Salpetersäure gar nicht; daher ist die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dafs dasselbe als Sensibilisator sehr träge wirkt und bei schwachem Licht vielleicht gar keine Wirkung äufsert.

Man kann mit Rücksicht auf den oben vom Verfasser aufgestellten Fundamentalsatz leicht erforschen, ob ein Körper ein Sensibilisator ist oder nicht. Man schüttelt denselben mit Jodstärkelösung, entfärbt er diese, so ist er ein Sensibilisator und wirkt als solcher um so kräftiger, je schneller diese Entfärbung vor sich geht.

Merkwürdig ist nun, dafs auch Mischungen des Jodsilbers mit Bromsilber und Chlorsilber unter Umständen photographisch empfindlicher sind, als Jodsilber allein. Dies gilt jedoch nur für reine Salze, bei Ausschlufs von Silberlösung. Schon bei Daguerre's Procefs war dies auffallend, indem sich mit Bromjoddämpfen präparirte Platten empfindlicher zeigten, und analog verhalten sich die mit Brom- und Jodsilber getränkten Papiermassen. Vielleicht wirkt hier das sich entwicklende Brom und Chlor mit. Beide Körper entfärben ebenfalls die Jodstärke, könnten sie daher nicht als Sensibilisatoren wirken? — Bei Gegenwart von salpetersaurem Silber verhält sich die Sache jedoch anders, hier ist reines Jodsilber für starke Lichter photographisch empfindlicher, für schwache Lichter aber unempfindlicher als Mischungen desselben mit Brom- oder Chlorsilber.

Ein höchst merkwürdiges Verhalten zeigen nun die sämmtlichen drei Silbersalze, wenn man sie über eine gewisse Zeit hinaus belichtet. Man beobachtet dann nämlich, dafs bis zu einer gewissen Zeit die Fähigkeit sich im Entwickler zu schwärzen, zunimmt, bei noch längerer Belichtung aber wieder abnimmt.

Diese seltsame Erscheinung bezeichnet man mit dem Namen Solarisation. Man hat dieselbe schon früher an Daguerreotypplatten beobachtet und Moser sagt mit Bezug darauf: „Wenn somit Licht auf Jodsilber wirkt, so ertheilt es ihm im zunehmenden Verhältnifs die Modification Quecksilberdämpfe zu condensiren, wirkt es aber von einem gewissen Zeitpunkt ab weiter, so nimmt es ihm diese Modification wieder.“ Klebt man z. B. Streifen von Jodsilber- oder Bromsilberpapier auf ein Brettchen, bedeckt sie mit einer undurchsichtigen Platte und zieht diese in Secunden-Intervallen langsam vorwärts, so dafs die aufeinander folgenden freigelegten Theile der Streifen 1, 2, 3, 4, 5 — 20 Secunden exponirt sind und behandelt diese dann mit dem Entwickler, so findet man, dafs sie sich in den ersten Intervallen der Belichtungsdauer proportional schwärzen, später aber nicht.

So erreichte bei einem Versuch, den der Verfasser machte, ein Streifen in 15 Secunden das Maximum seiner Schwärzung, die länger exponirten Theile färbten sich aber schwächer.

Je intensiver das Licht, desto schneller wird dieses photographische Maximum (so nennt Verfasser den Punkt der intensivsten Schwärzung) erreicht, so dafs man aus der Zeit, innerhalb deren es eintritt, einen Schlufs auf die chemische Lichtstärke machen kann und der Satz sehr wahrscheinlich wird, dafs das Product aus Lichtintensität und Zeit in Bezug auf das photographische Maximum ein unveränderliches ist. Bromsilber- und Jodsilberpapier verhalten sich in dieser Hinsicht völlig gleich, sie erreichen in gleicher Zeit das Maximum und nehmen in gleicher Zeit wieder ab. Das Licht hat also die Eigenthümlichkeit bei längerer Wirkung seine Anfangswirkung wieder aufzuheben oder abzuschwächen; eben deshalb ist für den Photographen nichts wichtiger als die richtige Expositionszeit. Exponirt er zu lange, so werden seine Platten nicht schwarz, sondern grau, exponirt er zu kurz, so kommt dasselbe.

Uebrigens ist hier insofern noch ein Spielraum gelassen, als die Färbung in der Nähe des Maximums ziemlich constant bleibt, oder doch nur sehr allmählig abnimmt, so dafs man immerhin etwas über die Zeit hinaus exponiren kann, die zur Erreichung des photographischen Maximums erforderlich ist. Dann werden auch diese Phänomene durch Gegenwart von salpetersaurem Silber wesentlich modificirt, worüber jedoch noch keine speciellen Untersuchungen vorliegen.

Charakteristisch ist, dafs der unsichtbare Lichteindruck, den Jodsilber erlitten hat, wochenlang, ja monatelang seine Fähigkeit behält, im Entwickler eine Schwärzung zu veranlassen. Man hat das bei den Trockenplatten constatirt (s. d. II. Theil).

Wenigstens gilt dieses für das verhältnifsmäfsig lichtschwache Camerabild.

Läfst man jedoch sehr intensives Licht, z. B. directes Sonnenlicht stundenlang auf eine Jodsilberplatte wirken, so ist das Resultat, wie es scheint, ein anderes.

Eine solche Platte verliert den Lichteindruck beim Aufbewahren im Dunkeln vollständig wieder, und ist dann fähig ein neues Bild aufzunehmen (Carey Lea).

Lea folgert daraus, dafs das Jodsilber nur eine physikalische Veränderung im Licht erleidet, die dann von selbst wieder rückwärts gehe; uns erinnert das erst neuerdings entdeckte Phänomen an ein ähnliches von Obernetter beschriebenes und erklärtes (s. Seite 26).

Fernere Untersuchungen müssen noch über diesen Punkt Licht verbreiten.

Das Quecksilber und seine Verbindungen.

Das Quecksilber ist ein dem Silber in manchen Eigenschaften verwandtes Metall, und es ist die Vermuthung wohl gerechtfertigt, dafs verschiedene Verbindungen desselben ebenso lichtempfindlich sind, als die analogen Verbindungen des Silbers. Selbst das Metall ist im Stande, das metallische Silber bei verschiedenen photographischen Processen zu vertreten.

Lea hat die höchst interessante Beobachtung gemacht, dafs metallisches Quecksilber im Stande sei, das metallische Silber als Grundlage unsere Collodienbilder zu ersetzen; indem der Lichteindruck, den Jodsilber erlitten, ebenso gut durch Quecksilber-, als durch Silberniederschläge sichtbar gemacht werden kann, wenn man die Jodsilberplatte mit Quecksilberoxydullösung bedeckt und dann mit dem Eisenvitriolentwickler behandelt. Es schlägt sich hierbei metallisches Quecksilber in fein vertheilter Form nieder und macht das Bild sichtbar.

Das Quecksilber bildet mit Sauerstoff 2 Verbindungen, das Quecksilberoxydul (Hg_2O) und das Quecksilberoxyd (HgO).

Das Quecksilberoxydul scheidet sich durch Aetzkali aus seinen Salzen als eine schwarze sehr wenig beständige Masse aus, die im Licht in Quecksilberoxyd und Quecksilber zerfällt.

Das Quecksilberoxyd (HgO) kommt wie das Silberoxyd in verschiedenen Modificationen vor.

Man erhält es durch Behandlung von seinen Salzen mit Kali als einen gelben, durch Glühen des salpetersauren Quecksilberoxyds als einen rothen Körper.

Letzterer färbt sich im Licht langsam grau, indem hier eine Reduction zu Quecksilberoxydul stattfindet (Suckow).

Die Salze des Quecksilberoxyduls sind meist farblos, zerfallen leicht unter Bildung von gelbem basischen Salz, werden durch Kupfer und Eisen zu Metall reducirt und durch Blutlaugensalz weifs gefällt.

Mit Salzsäure geben sie einen weifsen unlöslichen Niederschlag von Quecksilberchlorür (Calomel), der im Licht grau wird.

Jodkalium fällt daraus Quecksilberjodür in gelbgrüner Farbe, dasselbe löst sich im Jodkaliumüberschufs.

Chromsaures Kali fällt rothes chromsaures Quecksilberoxydul.

Schwefelwasserstoff fällt sie schwarz.

Am bekanntesten von den Salzen des Quecksilberoxyduls ist das salpetersaure.

Man erhält es durch Uebergiefsen von metallischem Quecksilber mit Salpetersäure in der Kälte in weifsen durch Wasser zersetzbaren Krystallen.

Die Quecksilberoxydsalze sind im Ansehen den Quecksilberoxydulsalzen ähnlich. Am bekanntesten ist das salpetersaure Quecksilberoxyd, ein weifses durch Wasser zersetzbares Salz. Kali fällt sie gelb; Schwefelwasserstoff giebt anfangs einen weifsen Niederschlag, ein Doppelsalz von Schwefelquecksilber und dem vorhandenen Oxydsalz, durch längere Wirkung des Schwefelwasserstoffs wird dieses gelb, dann schwarz.

Blutlaugensalz fällt sie weifs, der Niederschlag zersetzt sich bald unter Blaufärbung.

Jodkalium giebt einen rothen Niederschlag, der sich im Ueberschufs des Fällungsmittels, ebenso im Ueberschufs des Quecksilbersalzes auflöst.

Salzsäure giebt mit Quecksilberoxydsalzen keinen Niederschlag, da Quecksilberchlorid, gewöhnlich Sublimat genannt, in Wasser löslich ist; das Quecksilberchlorid ist ein weifses Salz, schmelzbar und sublimirbar.

Es löst sich in 16 Theilen kalten Wassers, leichter noch in Alkohol und Aether. 1 Theil Quecksilberchlorid braucht $2\frac{1}{2}$ Theile Alkohol und 3 Theile Aether zur Lösung. Es ist sehr giftig.

Mit Ammoniak giebt es eine Reihe weifser Verbindungen (Mercurammonium).

Mit Jodkalium giebt es das Jodquecksilber, welches anfangs gelb erscheint, aber sehr schnell roth wird. Es sublimirt in gelben Krystallen, die durch blofse Berührung roth werden.

Quecksilberchlorid zerfällt im Licht in Quecksilberchlorür und Chlor. Es spielt in der Photographie eine wichtige Rolle als Verstärkungsmittel. Es hat nämlich die Eigenthümlichkeit, sehr leicht die Hälfte seines Chlors abzugeben. Uebergiefst man ein Silbernegativ mit Quecksilberchloridlösung, so färbt es sich dunkelbraun, schwarz unter Bildung von Calomel und Silberchlorür (s. S. 39). Bei längerer Wirkung wird das dunkle Silberchlorür weifs, unter Bildung von Chlorsilber. Sehr schnell findet dies mit dem im Papier feinzertheilten Silber unserer (nicht getonten) Silbercopieen statt,

diese verschwinden im Quecksilberchlorid schnell, indem sich ein weifses, unsichtbares Calomelchlorsilberbild bildet. Behandelt man dieses mit unterschwefligsaurem Natron, so wird es wieder sichtbar, indem dadurch die weifsen Chlormetalle in dunkle Schwefelmetalle übergeführt werden (Zauberphotographieen).

Quecksilberjodidjodkaliumlösung wirkt ebenfalls färbend auf Silberbilder. Es bildet sich hierbei dunkelgrünes Silberjodür (a. a. O.).

Neuerdings wandte Lea das salpetersaure Quecksilberoxyd in der Photographie an. Ein verdünnte Lösung desselben löst das Silberbild auf einer entwickelten Platte vollständig auf, ohne das Jodsilber anzugreifen, eine concentrirte Lösung löst auch das Jod- und Bromsilber auf (siehe Photographische Mittheilungen, II. Jahrgang, S. 140.)

Verbindungen des Bleies.

Das Blei bildet mit Sauerstoff 3 Verbindungen, das dunkle Bleisuboxyd (Pb_2O), das gelbe Bleioxyd [Glätte] (PbO) und das braune Bleisuperoxyd (PbO_2), letzteres ist im Licht zersetzbar unter Abgabe von Sauerstoff und liefert dabei die rothe Mennige (PbO, PbO_2).

Bei Gegenwart einer Basis und feuchter Luft soll das Bleioxyd unter Einflufs des Lichtes sich oxydiren und in Mennige verwandeln (Levol, Annales de chimie XLVII. 196).

Das Bleioxyd bildet mit Salpetersäure ein im Wasser lösliches Salz, dessen Gegenwart in Silberbädern die Empfindlichkeit der darin präparirten Platten vermehrt. Mit Jodkalium giebt es einen Niederschlag von gelbem Jodblei; dieses ist lichtempfindlich. Es wird, wie es scheint, durch das Licht unter Jodausscheidung zersetzt, denn ein damit präparirtes Papier, welches unter einem Negativ belichtet worden ist, giebt mit Stärke ein blaues Bild.

Mit Salzsäure giebt das Bleioxyd das schwerlösliche weifse Chlorblei, mit Essigsäure eine Reihe Salze, theils neutral, theils basisch; das neutrale Salz ist unter dem Namen Bleizucker bekannt, es löst sich in Wasser, wird aber leicht durch Kohlensäure zersetzt. Man nahm es früher zum Versetzen der Silberbäder; es mufs jedoch von dessen Gebrauch abgerathen werden, da es Veranlassung giebt zur Bildung von schwerlöslichem essigsauren Silber, das sich auf den Platten absetzt.

In photographischer Hinsicht interessant ist noch eine von Wöhler entdeckte Verbindung von Silberoxyd mit Bleioxyd, mit welcher Grüne Bilder erzeugt hat; Papier, mit gedachter Verbindung getränkt, wird im Licht braun wie Silberpapier. Die Bilder haben wohl keinen Vorzug vor Silberbildern (siehe Photographische Mittheilungen, I. Jahrgang, No. 2).

Das Gold und seine Verbindungen.

So gut wie verschiedene Verbindungen des Silbers sind auch gewifs viele Verbindungen des Goldes und ähnlicher edler Metalle lichtempfindlich. Bis jetzt ist jedoch das Verhalten derselben im Licht nur sehr unvollständig erforscht und spielen dieselben daher in der Photographie als lichtempfindliche Materialien vorläufig noch keine bedeutende Rolle, wichtiger sind sie als Tonungsmaterialien (s. u.)

Gold ist ein gelbes, schweres Metall, nicht angreifbar durch Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, wohl aber löslich in Königswasser und Chlorwasser, unter Bildung von Chlorgold ($AuCl_3$).

Chlorgold löst sich mit gelber Farbe in Wasser, Alkohol und Aether, beim Abdampfen bildet es anfangs gelbe zerfliefsliche Krystalle ($AuCl_3 + HCl$), die sich in diesem Zustand mitunter im Handel vorfinden; setzt man das Abdampfen noch weiter fort, so erhält man eine braune zerfliefsliche Salzmasse, neutrales Chlorgold, das sich jedoch leicht unter Verlust von Chlor in Goldchlorür ($AuCl$) verwandelt. Die wässrige Lösung des Chlorgoldes zersetzt sich im Licht, namentlich wenn sie möglichst neutral ist, und es scheidet sich hierbei metallisches Gold, theils von brauner, theils von rother Farbe ab.

Alkalien (Kali und Natron) so wie kohlensaure Alkalien, geben mit dem Goldchlorid lösliches Goldoxydkali und Goldoxydnatron, der Kalisatz hat die Formel $KaO\,AuO_3 + 6HO$; ähnliche Verbindungen bilden sich jedenfalls auch beim Versetzen von Goldlösung mit borsaurem, phosphorsaurem Natron, wie dies in der Photographie im Tonungsprocefs (s. u.) gebräuchlich ist.

Magnesia fällt aus Chlorgold die Goldoxydmagnesia, und diese liefert beim Sieden mit Salpetersäure das Goldoxyd als ein gelbes Pulver, das sehr leicht durch das Licht, ebenso durch organische Substanzen und Metalle reducirt wird.

Goldchlorid hat grofse Neigung mit Chloralkalien Doppelsalze zu bilden, die zum Theil schön krystallisiren und beständiger sind, als Chlorgold für sich allein, sich aber im Uebrigen ganz dem letzteren ähnlich verhalten. Sie werden in der Photographie an Stelle des reinen Chlorgoldes vielfach angewendet und deshalb in den Handel gebracht. Es gehört hierher das Kaliumgoldchlorid ($KCl, AuCl_3 + 5HO$). Dies bildet gelbe Krystalle, welche an der Luft verwittern.

Das Natriumgoldchlorid ($NaCl + AuCl_3 + 4HO$) krystallisirt in luftbeständigen gelben Prismen.

Das Calciumgoldchlorid ($CaCl + AuCl_3 + 6HO$) bildet ebenfalls gelbe Krystalle. Letzteres wird in der Photographie nur wenig angewendet, die beiden ersteren desto mehr. Nicht selten sind dieselben mit freiem Chlorkalium oder Chlornatrium verunreinigt. Man erkennt diese Verunreinigung am besten durch Lösen der Salze in

absolutem Alkohol, wobei gedachte Verunreinigungen zurückbleiben. Nicht selten stellen die Photographen, um ihrer Reinheit gewifs zu sein, die Salze selbst dar. Man löst zu dem Zwecke 1 Theil Gold in einer Mischung von 1 Theil Salpetersäure und 4 Theilen Salzsäure und verdampft in einer Schaale, die mit einem Trichter bedeckt ist, bis zum Krystallisationspunkt, löst dann das Ganze in 8 Theilen Wasser (wodurch etwa beigemengtes Chlorsilber sich ausscheidet), versetzt mit 0,28 Theilen Chlorkalium oder 0,25 Chlornatrium, filtrirt und verdampft in mäfsiger Wärme bis zur Krystallisation.

Oft enthalten die Krystalle noch viel freie Säure, dann mufs man sie zu wiederholten Malen mit Wasser übergiefsen und im Wasserbade zur Trocknifs verdampfen.

Diese Lösungen des Goldchlorids und seine Verbindungen zeigen eine aufserordentlich leichte Reducirbarkeit. Schon die Gegenwart organischer Substanzen in der Lösung bewirkt ein Niederschlagen von Gold in braunem oder rothem Zustande.

Noch schneller erfolgt die Reduction durch Eisenvitriol oder Oxalsäure. Beide fällen aus den Goldlösungen das Metall als braunes Pulver. Dieses Verhalten benutzt man zu der Verarbeitung der Goldrückstände in der Photographie; man säuert dieselben mit Chlorwasserstoffsäure an und fällt sie mit Eisenvitriollösung. Zinnchlorür fällt das Gold purpurfarben (Goldpurpur).

Ebenso leicht wird das Gold durch viele Metalle gefällt, so durch Eisen, Kupfer, Quecksilber, Silber. Uebergiefst man ein Silberbild mit Goldlösung, so verändert es alsbald seine Farbe, dieselbe wird mehr violett bis blau; hierbei schlägt sich ein Theil des Goldes an Stelle des Silbers nieder ($AuCl_3 + 3\,Ag = 3\,AgCl + Au$); darauf gründet sich der photographische Tonungsprocefs.

Diese Reduction geht sowohl mit einfachem Chlorgold als mit den mit Alkalien versetzten Goldlösungen vor sich, doch ist es eigenthümlich, dafs die Farbe des Niederschlags und somit der getonten Bilder verschieden ist, je nach der Reaction des Bades. In sauren Goldlösungen werden die Bilder mehr röthlich, in neutralen (welche man erhält, wenn man das Chlorgold mit kohlensaurem Kalk schüttelt und filtrirt) mehr blauviolett, in alkalischen mehr schwarzviolett.

Unter verschiedenen Umständen verliert das Goldchlorid einen Theil seines Chlors und geht in Goldchloriür ($AuCl$) über. Schon durch blofses Erhitzen auf 200 geschieht dies. Das einfache Chlorgold bildet ein gelbliches, in Wasser unlösliches Pulver, das ähnlich dem Goldchlorid mit Chlormetallen lösliche Doppelsalze zu bilden scheint.

So erwähnt Meillet das $NaCl\,AuCl$ als ein lösliches krystallisirbares Salz.

Dieser Verbindung analog ist das Goldoxydul, welches durch

Zersetzung des Goldchlorürs mit Kalilauge entsteht und ein violettes Pulver bildet.

Das Goldchlorür bildet sich in Goldchloridlösungen, die einen kleinen Ueberschufs von Alkali enthalten, oft freiwillig; dies geschieht in den photographischen Tonbädern, welche aus Goldchloridlösungen bestehen, die mit kohlensaurem, phosphorsaurem oder borsaurem Natron versetzt sind; das Chlor des Chlorgoldes wirft sich zum Theil hier auf das freie Alkali und bildet unterchlorigsaure Salze

$$(AuCl_3 + 2NaO = AuCl + NaCl + NaO\,ClO).$$

Diese Umwandlung geht jedoch nur sehr langsam vor sich und erfordert mehrere Stunden, ehe sie vollendet ist. Nach dieser Zeit tonen die Bäder nicht mehr und erscheinen vollkommen farblos.

Versetzt man sie aber mit Salzsäure, so werden sie wieder gelb, indem hier das Chlorgold wieder restituirt wird

$$(AuCl + NaCl + NaO\,ClO + HCl = AuCl_3 + 2NaCl).$$

So können alte Tonbäder durch Versetzen mit Chlorwasserstoffsäure wieder wirksam gemacht werden. (Photographische Mittheilungen, I. Jahrgang, No. 7).

Das Goldoxydul bildet mit unterschwefliger Säure ein Salz ($AuO\,S_2O_2$), das jedoch nur in Verbindung mit unterschwefligsaurem Natron als unterschwefligsaures Goldoxydulnatron

$$(AuO\,S_2O_2 + 3NaO\,S_2O_2 + 4HO)$$

bekannt ist. Dieses bildet sich beim tropfenweisen Versetzen einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron mit Goldchlorid*) oder Goldchlorür (1 Theil Goldchlorid zu 3 Theilen des Natronsalzes) und Versetzen mit Alkohol, wobei es sich als weifse Salzmasse ausscheidet. Es wurde früher nach Fizeau's Vorgang zum Vergolden der Daguerreotypen, später zum Tonen verwendet. Die zu diesem Zweck gebrauchte Mischung von Goldchlorid- und unterschwefligsaurer Natronlösung enthält nach Müller auch Goldchlorürnatrium (s. o.)

In ähnlicher Weise erhält man Golddoppelsalz beim Versetzen von Cyankalium mit Goldlösung und, erwähnen wir hier nur das Kaliumgoldcyanid ($KCy + AuCy_3$) und das Kaliumgoldcyanür ($KCy + AuCy$). Sie dienen beide zum Vergolden.

Platina und Platinoide.

Neben dem Golde giebt es noch eine Reihe edler Metalle, die in ihren Eigenschaften gewisse Analogieen zeigen und in der Natur gewöhnlich gemeinschaftlich angetroffen werden; hierher gehören Platina, Iridium, Palladium, Osmium etc.

Das wichtigste ist das Platina, das als graues, hartes, sehr schwer

*) Bei der Anwendung von Goldchlorid bilden sich als Nebenproducte Chlornatrium und tetrathionsaures Natron ($8NaO\,S_2O_2 + AuCl_3 + 4HO = 3NaO\,S_2O_2 + AuO\,S_2O_2 + 4HO + 3NaCl + 2NaO\,S_4O_5$).

schmelzbares und chemisch wenig angreifbares Metall im Handel vorkommt und zu chemischen Geräthschaften (Schmelztiegeln etc.) sehr viel verarbeitet wird.

Seine Verbindungen sind sehr ausführlich studirt, nur haben sämmtliche Forscher ihr Verhalten gegen das Licht gänzlich aufser Acht gelassen, so dafs darüber nichts Sicheres bekannt ist; dennoch spielen seine Salze ähnlich den photochemisch noch nicht sonderlich wichtigen Goldverbindungen in der Photographie eine Rolle als Tonungsmaterialien, indem sie, analog den Goldsalzen, durch Silber reducirt werden. Taucht man ein Silberbild in Platinalösung, so wird metallisches Platina an Stelle des Silbers niedergeschlagen und auf diese Weise ein Platinabild erhalten. Papierbilder lassen sich daher durch Platinasalze ähnlich tonen, wie durch Goldsalze, doch sind erstere schwieriger reducirbar, und geben nicht so schöne Töne.

Wichtig ist aber, dafs Collodionsilberbilder, welche in Platinalösungen getont sind, sich auf Porzellan mit grauschwarzer Farbe einbrennen lassen.

Darauf beruht die Herstellung eingebrannter Photographieen. Ist neben Platina zugleich Gold vorhanden, so wird das Bild mehr violett.

Aehnlich wie Platina verhält sich auch Iridium und Palladium. Letzteres giebt für eingebrannte Photographieen die schönsten Resultate, ist jedoch sehr hoch im Preise.

Das wichtigste Platinasalz ist das Chlorplatin ($PtCl_2$), das ähnlich wie das Chlorgold erzeugt wird und sich diesem analog verhält, es ist leicht löslich in Wasser, Alkohol und Aether, bildet braune zerfliefsliche Krystalle, verliert leicht Chlor, ist sehr wahrscheinlich lichtempfindlich und verbindet sich mit Chlormetallen der Alkalien leicht zu Doppelsalzen. Das Kaliumplatinchlorid ($PtCl_2 + KCl$) und Ammoniumplatinchlorid ($PtCl_2 + NH_4Cl$) ist in Wasser fast unlöslich; das Natrondoppelsalz ($PtCl_2 + NaCl + 6HO$) dagegen leichtlöslich.

Aehnliche Eigenschaften zeigt das Chlorpalladium und Chloriridium. Man benutzt Platinchlorid zur Nachweisung des Kalis in der analytischen Chemie.

Somit haben wir in dem grofsen Capitel über Photochemie das Wichtigste, was über das Verhalten der Metallverbindungen im Licht bekannt ist, erläutert, und es bleibt uns nur noch eine Uebersicht über das Verhalten der organischen Substanzen im Licht.

Dritter Abschnitt.

Wirkung des Lichts auf organische Substanzen.

Man versteht unter organischen Substanzen die dem Thier- und Pflanzenreich entstammenden Kohlenstoffverbindungen und ihre

Zersetzungsproducte, z. B. Pflanzenfaser, Zucker, Eiweifs, Alkohol, Aether, Citronsäure, Oxalsäure etc. etc. Die Zahl dieser Körper ist Legion, und nur höchst unvollständig ist ihr Verhalten im Licht studirt, insofern spielen sie in der Photochemie meist keine andere Rolle als die eines Reductionsmittels, welches die chemischen Wirkungen des Sonnenlichts auf Metallsalze bedingt oder wesentlich unterstützt. So haben wir schon früher erläutert, dafs gewisse Substanzen, wie Eisenchlorid, Uransalz sich im Licht nur bei Gegenwart organischer Substanzen zersetzen, die sich mit dem freiwerdenden Sauerstoff, resp. freiwerdenden Chlor verbinden. Silbersalze wie Chlorsilber zersetzen sich bei Gegenwart organischer Körper viel energischer als für sich allein.

Wenn in diesen Fällen die organischen Körper eine entschieden vortheilhafte photochemische und photographische Wirkung ausüben, so giebt es wieder Fälle, in denen die Gegenwart denselben entschieden nachtheilig ist.

So hat man in der photographischen Praxis gefunden, dafs Verunreinigungen der Silberlösungen mit verschiedenen organischen Körpern zu den seltsamsten Störungen bei Bereitung der empfindlichen Platten Veranlassung geben, und sind diese Verunreinigungen daher ein wahrer Alp des Photographen, da dieselben in der aus organischen Verbindungen bestehenden Collodionschicht kaum vermieden werden können.

Wir werden diese Störungen im praktischen Theil dieses Lehrbuchs specieller besprechen. Hier haben wir es nur mit der Lichtempfindlichkeit organischer Körper an sich zu thun, und wollen in Kürze einige der bekanntesten Reactionen der Art anführen.

Schon früher haben wir auf einzelne derselben aufmerksam gemacht, wie das Verbleichen und Verschiefsen vieler Farbstoffe im Licht, das allerdings in photographischer Hinsicht nur negativ wichtig ist, und nur in der Leinwandbleiche und Wachsbleiche eine ganz positive Rolle spielt.

Wahrscheinlich geht hier eine Ozonisirung des Sauerstoffs und Oxydation der betreffenden gefärbten Körper vor sich.

Gründlicher weifs man mit einer Reihe anderer photochemischen Zersetzungen Bescheid. Wir führen hier zunächst das Verhalten der Oxalsäure ($C_2O_3 + 3HO$) im Lichte an.

Diese Substanz, eine feste krystallisirbare weifse, in Wasser lösliche Masse, ist für sich allein nicht lichtempfindlich. Sie zersetzt sich aber bei Gegenwart von Eisenoxyd-, Silber- und Uransalzen; hierbei geht gewöhnlich eine Zersetzung dieser Substanzen selbst vor. Seekamp führt folgende Facta an: Eine 4procentige Lösung von Oxalsäure und eine 1procentige Lösung von Silbervitriol mit einander gemischt, zersetzen sich im Licht unter Gasentwickelung.

Ebenso zersetzt sich eine 5procentige Oxalsäurelösung, gemischt mit einer 1procentigen Urannitratlösung unter Entweichung von Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Bildung von Ameisensäure. Eine photographische Wichtigkeit haben diese Thatsachen vorläufig noch nicht. — Hierher gehört auch Brodies Entdeckung, über die Lichtempfindlichkeit der Graphitsäure.

Behandelt man Graphit mit chlorsaurem Kali und Schwefelsäure, so verwandelt er sich in ein eigenthümliches schwefelgelbes Pulver, das die Formel $Gr_6 H_6 O_{18}$ haben soll ($Gr = C$ mit der Aequivalentzahl 33); dieses in Wasser sehr wenig lösliche Pulver färbt sich im Licht braun bis schwarz unter Gewichtsverlust; Papier mit der Lösung getränkt, färbt sich im Lichte rothbraun.

Photographisch wichtiger als die beiden vorgenannten Körper ist das Verhalten der trocknenden fetten Oele und der ätherischen Oele im Lichte.

Das Trocknen der ersteren und das Verharzen der letzteren geht nämlich im Licht viel schneller von Statten als im Dunkeln. Im letztern Falle ist constatirt, dafs durch Wirkung des Lichts zunächst bei Gegenwart gedachter Oele der Sauerstoff der Luft in Ozon verwandelt wird, und dann eine Oxydation vor sich geht. Dieser Procefs ist in sofern von Wichtigkeit, als dadurch wenigstens zum Theil eine der interessantesten photographischen Operationen, der photographische Asphaltprocefs, gegründet ist. Schon Nicophore Niépce fand, dafs eine Auflösung von Asphalt in Lavendelöl beim Trocknen eine Schicht zurückläfst, die beim Belichten in ätherischem Oel vollkommen unlöslich wird, und er benutzte dieses auch zur Anfertigung von Camerabildern, jedoch ohne durchgreifenden Erfolg (siehe Einleitung).

Später versuchte er Stahldrucke mit Hülfe von Asphalt anzufertigen. Diese Methode brachte sein Neffe Niépce de St. Victor zu einer gewissen Vollkommenheit. Er überzog Stahlplatten mit einer Auflösung von Asphalt in Lavendelöl, trocknete und belichtete dieselben unter einem positiven Bilde. Alle vom Licht getroffenen Theile werden dadurch unlöslich. Beim Behandeln der Platte mit Benzin oder Naphta bleiben diese daher zurück; so erhält man ein weifses Bild auf schwarzem Grunde. Uebergiefst man alsdann die Stahlplatte mit einer verdünnten Säure, so frifst diese den Stahl nur an den weifsen (nicht durch Asphalt geschützten) Stellen an, und bildet so eine geätzte Zeichnung, die von einer gewöhnlichen gravirten Stahlplatte abgedruckt werden kann.

Negré hat diesen Procefs dahin modificirt, dafs er unter einem Negativ belichtet, die nachher beim Waschen mit Benzin blofsgelegten Stellen mit Gold galvanisch überzieht, dann die Platte reinigt und mit Säure ätzt. Diese wirkt alsdann nur an den nicht vergoldeten Stellen.

Neuerdings ist der Asphalt auch mit Erfolg in der Photolithographie versucht worden. Lemercier und Lerebours machten die ersten dahin zielenden Versuche. Sie überzogen einen lithographischen Stein mit Asphaltätherlösung, belichteten unter einem Negativ, und wuschen dann mit Aether; es blieben dann die durch das Licht unlöslich gewordenen Theile zurück und bildeten ein positives Bild auf Stein in Asphalt, dessen Contouren die Fähigkeit haben, fette Schwärze anzuziehen und dann auf Papier einen Abdruck zu geben (s. o. Chromverbindungen, S. 31).

Man braucht daher nur einen solchen Stein in gewöhnlicher Weise mit schwacher gummihaltiger Säure zu beizen, und kann dann beliebig viele Abzüge in lithographischer Schwärze davon machen.

Dieser Procefs ist sehr im Schwung und giebt treffliche Resultate. Nur die sehr wandelbaren Eigenschaften des Asphalts geben oft zu Störungen Veranlassung. Ueber die chemischen Eigenschaften dieses Körpers, ein Gemenge der verschiedenartigsten Kohlenwasserstoffverbindungen, läfst sich in photographischer Beziehung nicht mehr sagen, als im Vorhergehenden bereits ausgedrückt ist.

Diese kurzen Notizen enthalten das wenige Thatsächliche, was über die Photochemie des unabsehbaren Heeres der organischen Verbindungen genauer bekannt geworden ist. Es mufs zukünftigen Forschungen vorbehalten bleiben, unsere noch so sehr mangelhaften Kenntnisse in diesem Felde zu erweitern.

Wir können aber das Capitel der Photochemie nicht schliefsen, ohne auf die Rolle aufmerksam zu machen, welche die chemischen Wirkungen des Lichts im Lebensprocefs der Pflanzen spielen.

Unter dem Einflufs des Lichtes zersetzen die grünen Blätter der Pflanzen die Kohlensäure der Luft, indem sie den Kohlenstoff absorbiren und den Sauerstoff frei machen. In auffallender Weise beobachtet man dies, wenn man eine Reihe grüner Blätter in eine Glasglocke, die mit Kohlensäure angefüllt ist, bringt, und dem Lichte aussetzt. Binnen kurzer Zeit ist die Kohlensäure in Sauerstoff umgewandelt und ein glühender Span, der in der Kohlensäure erstickte, brennt dann in dem Gase mit heller Flamme.

So wird durch Wirkung des Lichts auf die grünen Pflanzenblätter der Sauerstoff wieder frei und nutzbar gemacht, der durch den Athmungsprocefs der Thiere und durch den Verbrennungsprocefs verzehrt, d. h. in Kohlensäure übergeführt wurde und in sofern spielt dieser Procefs eine hochwichtige Rolle im Haushalte der lebendigen Natur.

Das Licht ist aber nicht allein für den Athmungsprocefs der Pflanzen, sondern auch für ihre ganze naturgemäfse Entwickelung unentbehrlich. Ins Dunkele gebracht, verkümmern gesunde Pflanzen bald

und unwillkürlich strecken sie ihre Zweige nach der Lichtöffnung hin, die sich in dem dunkeln Raume darbietet.

Die Keime, die sich bei unsern, im dunklen Keller aufbewahrten Früchten bilden, erscheinen krankhaft, farblos und blafs und erst durch die Wirkung des Lichtes erzeugen sich jene köstlichen Massen von Grün, jene wunderbare Farbenskala der Blumenblätter, welche Felder, Wald und Wiesen schmücken. Und selbst Thiere und Menschen fühlen an sich die belebende Wirkung des Strahls nach langem Aufenthalt in dunklen Räumen, gleichviel ob in den Schachten der Erde oder in der halbjährigen Nacht der arktischen Regionen.

So übt der zitternde Aether theils sichtbar, theils unsichtbar auf die todte und lebendige Natur Wirkungen aus, die vielleicht weniger hervortretend, aber dennoch in ihrer Totalität nicht minder gewaltig sind als die Wirkungen der Wärme, die als unterirdisches Feuer ganze Länder erschüttert und Inseln aus dem Ocean emporhebt.

Drittes Capitel.

Photographische Chemie
oder
Beschreibung der photographischen Chemikalien.

In dem vorhergehenden Abschnitt haben wir die Lehre von den chemischen Wirkungen des Lichtes oder die Photochemie mit specieller Berücksichtigung der photographischen Praxis abgehandelt. Hierbei ist auch eine Reihe von Substanzen zur Sprache gekommen, die an sich nicht lichtempfindlich sind, wohl aber für die Herstellung lichtempfindlicher Substanzen, oder aber zum Hervorbringen gewisser eigenthümlicher Reactionen derselben von Wichtigkeit sind; so z. B. der Eisenvitriol, das Quecksilberjodid etc. Körper, deren Betrachtung streng genommen nicht in die Photochemie gehört, die aber dort mit abgehandelt wurden, einerseits, weil sie mit lichtempfindlichen Verbindungen im engsten genetischen Zusammenhange stehen, andererseits, um unnütze Wiederholungen und Hinweisungen zu vermeiden.

Nun bleibt aber noch eine Reihe Substanzen zur Betrachtung übrig, die theils als Lösungsmittel, theils als Träger lichtempfindlicher Materialien etc. etc. eine hochwichtige Rolle in der Photographie, ohne selbst lichtempfindlich zu sein, spielen, und die Beschreibung dieser Substanzen fassen wir hier als Anhang zur Photochemie unter dem Titel: photographische Chemie zusammen.

Die meisten Lehrbücher pflegen diese Chemikalien in alphabetischer Ordnung zu betrachten, wir können uns zu diesem unwissenschaftlichen System, wenn es auch praktische Vortheile darbieten mag, nicht entschliefsen, und theilen sie lieber teleologisch, d. h. nach ihrem Zwecke in verschiedenen Klassen.

Metalloide.

Die Mehrzahl der photographischen Chemikalien sind zusammengesetzte Körper, d. h. Verbindungen einfacher (chemisch nicht zerlegbarer) Stoffe, gewöhnlich Elemente genannt.

Es giebt jedoch einzelne einfache Körper, die in der Photographie ebenfalls eine wichtige Rolle spielen und die deshalb hier erwähnt werden müssen. Es sind der Sauerstoff, Wasserstoff, Chlor, Brom und Jod.

Sauerstoff (O).

Atomgewicht = 8.

Derselbe findet sich vermengt mit 20,9% Stickstoff als atmosphärische Luft allenthalben vor, und wird rein am einfachsten durch Erhitzen von chlorsaurem Kali gewonnen, das man zu dem Zwecke mit Braunstein mengt; er bildet eine farblose, geruch- und geschmacklose Luftart, die beim Verbrennungsprocefs eine wichtige Rolle spielt, indem sie sich hierbei mit den verbrennenden Körpern unter Licht- und Wärmeentwicklung chemisch verbindet. So entsteht beim Verbrennen der Kohle eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff: Kohlensäure, beim Verbrennen des Schwefels die stechend riechende schweflige Säure.

Manche Metalle verbinden sich mit Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur, sie oxydiren sich oder rosten, wie man zu sagen pflegt.

In ähnlicher Weise werden auch viele andere Körper durch den Sauerstoff der Luft langsam oxydirt, z. B. Alkohol, Aether; diese verwandeln sich dadurch in Essigsäure; hierauf beruht das Sauerwerden der Collodien sowie der alkoholhaltigen Silberbäder. Pyrogallussäure verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft unter Braunwerden. Sehr schnell geht diese Oxydation bei Gegenwart von Alkalien vor sich. Der geruch- und geschmacklose Sauerstoff wird durch verschiedene Einflüsse, z. B. durch den electrischen Funken, durch die Gegenwart oxydirbarer Körper (wie Phosphor, Terpentinöl) in eine merkwürdige Modification übergeführt, die man Ozon nennt. Dieses riecht eigenthümlich chlorartig, und zeichnet sich durch ein höchst energisches Oxydationsvermögen aus. Dieser active Sauerstoff zerstört Farbstoffe, verwandelt Alkohol schnell in Essigsäure, zerfrifst Korke, Kautschuckröhren, oxydirt sogleich die Pyrogallussäure, färbt Guajactinctur blau, verwandelt gelbes Blutlaugensalz in rothes, zersetzt Jodkalium und andere Jodmetalle unter Freiwerden von Jod, oxydirt alle Metalle, Gold und Platina ausgenommen, und färbt Manganoxydulsalze braun unter Bildung von Mangansuperoxyd. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs die Umwandlung des gewöhnlichen Sauerstoffs in activen Sauerstoff allen Oxydationen vorangeht, z. B. beim Sauerwerden des Alkohols, dem Rothwerden des Collodions, (hierbei werden die Jodsalze zersetzt und Jod freigemacht).

Dafs das Ozon auch in anderer Hinsicht photographisch wichtig ist, geht aus den Seite 66 angeführten Thatsachen hervor.

Aufser dem Ozon giebt es noch eine zweite Modification des Sauerstoffs, das Antozon, welche man durch Behandeln von Baryumsuperoxyd mit Schwefelsäure erhält; dieses unterscheidet sich von dem Ozon dadurch, dafs es Pyrogallussäure nicht zersetzt, Guajactinctur nicht blau, gelbes Blutlaugensalz nicht roth und Mangansalz nicht braun färbt, aber das Wasser sogleich in Wasserstoffsuperoxyd (HO + ⊕) verwandelt, welches seinerseits wieder kräftig oxydirend wirkt. Bei diesen Oxydationen wird das Antozon zunächst in Ozon umgewandelt, welches alsdann die Verbindung mit dem zu oxydirenden Körper eingeht.

Die Untersuchungen über diese merkwürdigen Zustände des Sauerstoffs sind noch nicht abgeschlossen. Im reinen Zustande hat man bisher weder Ozon noch Antozon dargestellt, sondern nur gemengt mit gewöhnlichem inactiven Sauerstoff.

Wasserstoff (H),

Atomgewicht = 1,

bildet einen Hauptbestandtheil des Wassers, welcher aus 1 Theil Wasserstoff und 8 Theilen Sauerstoff besteht, und wird aus diesem leicht dargestellt mit Hülfe von Körpern, die den Sauerstoff chemisch binden; am einfachsten durch Uebergiefsen von Zink mit Wasser und Schwefelsäure. Das Zink entzieht dem Wasser den Sauerstoff und bildet Zinkoxyd, das sich mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zinkoxyd verbindet. Der Wasserstoff entweicht als Gas, das sich durch seine Leichtigkeit (es ist $14\frac{1}{2}$mal leichter als atmosphärische Luft) und durch seine Brennbarkeit auszeichnet. Es brennt angezündet mit ganz blasser Flamme und verbindet sich dabei mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser. Mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft gemengt und entzündet, explodirt es mit grofser Energie.

Eine Wasserstoffflamme, in welche Sauerstoff geblasen wird, brennt unter enormer Temperaturentwicklung (Knallgasgebläse). Ein Kalk- oder Magnesiacylinder wird darin weifsglühend, und strahlt ein intensives Licht aus, das bereits mit Erfolg zum Photographiren benutzt worden ist (Drummond'sches Kalklicht).

Chlor (Cl).

Atomgewicht = 35,5.

Das Chlor ist in freiem Zustande eine grünlich gefärbte, eigenthümlich riechende giftige Luftart, fast $2\frac{1}{2}$mal so schwer als atmosphärische Luft, die sich beim Erwärmen von Braunstein (Mangansuperoxyd) mit Salzsäure bildet. Es löst sich leicht in Wasser, 1 Volumen Wasser nimmt ungefähr $2\frac{1}{2}$ Volumen Chlor auf und bildet so das lichtempfindliche Chlorwasser (s. S. 17).

Das Chlor zeichnet sich durch seine starke Verwandtschaft zu

andern Körpern aus; pulveriges Antimon und Arsenik fangen im Chlorgas Feuer, ebenso verbindet es sich leicht und schnell mit anderen Metallen, selbst mit Gold, Platina. Diese lösen sich daher in Chlorwasser.

Diese Verbindungen der Metalle mit Chlor haben ganz den Charakter von Salzen. Man nennt sie Haloidsalze. Als bekannt führen wir an: das Kochsalz, Chlornatrium, das Chlorsilber, Chloreisen, Clorgold, Chlorzink. Merkwürdig ist das Vereinigungsbestreben des Chlors zum Wasserstoff. Es äufsert sich beim Verhalten des Chlorwassers im Licht (s. o. S. 17); ebenso in den Eigenschaften eines Gemenges von Chlorgas und Wasserstoffgas, das beim Bestrahlen oder beim Anzünden unter Bildung von Chlorwasserstoff explodirt.

Auf diese starke Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff beruht sein Bleichvermögen. Viele Farbstoffe werden bei Gegenwart von Chlor, indem es ihnen den Wasssserstoff entzieht, zerstört.

Bei Gegenwart von Wasser wird Chlor Oxydationsmittel, indem es den Sauerstoff unter Bildung von Chlorwasserstoff frei macht ($Cl + HO = HCl + O$).

Wie die Farbstoffe werden auch riechende und ansteckende Stoffe durch Chlor zerstört, daher benutzt man es zum Desinficiren. Selten wendet man dazu das freie Chlor an, sondern gewöhnlich den Chlorkalk. Dieser ist ein Salz der unterchlorigsauren Säure, einer Verbindung von Chlor und Sauerstoff (ClO), welches sehr leicht unter Freiwerden von Chlor zersetzt wird.

Wir betrachten dieses Salz später.

Brom (Br).

Atomgewicht = 80.

Brom ist im freien Zustande eine braune, unangenehm riechende, bei 63° siedende Flüssigkeit (sp. G. 2,9), giftig wie das Chlor und in allen seinen Verwandtschaftsverhältnissen diesem äufserst ähnlich, jedoch chemisch nicht so kräftig wirkend. Es löst sich in Wasser unter Bildung von Bromwasser, hat grofse Verwandtschaft zum Wasserstoff und bildet damit die Bromwasserstoffsäure. Mit Metallen bildet es Brommetalle, die den Chlormetallen in vielen Beziehungen ähnlich sind; wir erwähnen hier das Bromkalium, Bromnatrium, Bromcadmium. Ihre Beschreibung folgt unten.

Jod (J).

Atomgewicht = 127.

Jod ist ein fester Körper von schwarzer Farbe, krystallisirbar, der bei 107° schmilzt, bei 180° siedet, dabei violette Dämpfe bildet, chlorartig riecht, sich in geringer Menge mit gelber Farbe in Wasser löst, leichter mit brauner Farbe in Alkohol (Jodtinctur), noch leichter

in Jodkaliumlösung. Es zeigt eine bedeutend schwächere Verwandtschaft zum Wasserstoff als Chlor und Brom, bildet aber damit eine Verbindung Jodwasserstoffsäure (HJ). Mit Metallen bildet es salzartige Verbindungen, die Jodmetalle; z. B. Jodkalium, Jodzink, Jodcadmium, Jodsilber. Mit feuchter Stärke giebt es eine intensiv blau gefärbte Verbindung, die Jodstärke.

Man faſst die drei Körper Chlor, Brom und Jod, weil sie mit Metallen so deutlich ausgeprägte salzartige Verbindungen bilden, unter dem Namen Salzbilder (Halogene) zusammen.

Die Lösungsmittel.

Corpora non agunt nisi fluida, d. i. Körper wirken nur im flüssigen Zustande chemisch auf einander, heiſst ein Ausspruch der alten Chemiker, und getreu diesem Grundsatze, von dem nur wenige Ausnahmen existiren, sucht man feste Körper, die auf einander wirken sollen, gewöhnlich in flüssige Form zu bringen. Dies geschieht entweder durch Schmelzen, oder durch Auflösen, d. h. Flüssigmachen mit Hülfe eines bereits flüssigen Körpers, der sich mit der festen Substanz zu einer homogenen Masse verbindet, die in jeder Hinsicht sich einer Flüssigkeit analog verhält. Die wichtigsten Lösungsmittel in der Photographie, wie in der Chemie überhaupt, sind Wasser, Alkohol und Aether. Andere, wie Benzin, Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Glycerin werden nur ausnahmsweise angewendet.

a) Wasser (HO).

Atomgewicht = 9.

Vor allen Lösungsmitteln empfiehlt sich das Wasser durch seine Billigkeit, durch seine leichte Reindarstellung und durch seine Lösungsfähigkeit für eine groſse Anzahl von Substanzen.

In immenser Quantität findet sich dasselbe in der Natur, freilich immer mehr oder weniger verunreinigt. Sehr unrein ist das Wasser der Meere, weil diese einen riesigen Spültrog für alle Unreinigkeiten des festen Landes bilden. Reiner ist das Quell-, noch reiner das Fluſswasser. Manche Quellwasser, namentlich in Hochgebirgen, sind so rein, daſs sie kaum 1 Hunderttausendtheil feste Substanzen enthalten. Die gewöhnlichen Unreinigkeiten sind Kohlensäure, kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, Chlorcalcium.

Letztere Verunreinigung veranlaſst die bekannte Trübung beim Auswaschen der Silberbilder. Als Spülwasser (für Platten, Papier) lassen sich solche Wasser ohne Schaden verwenden. Nachtheiliger ist schon ein Gehalt von organischen Substanzen oder Schwefelwasserstoff, der in empfindlicher Weise auf die Silbersalze der photographischen Platten reagirt.

Wasserleitungswasser ist meistentheils zum Spülen das Beste.

Behufs der Anwendung als Lösungsmittel soll jedoch das Wasser von allen diesen Substanzen befreit sein, und daher nimmt man hierzu entweder Eiswasser oder Regenwasser. Beide sind, wenn sie unter Vorsichtsmafsregeln aufgesammelt worden sind, hinreichend rein. Regenwasser enthält jedoch oft Ammoniak, und ist es vom Dach gelaufen, auch Kalksalze u. dgl.

Für den gewöhnlichen Bedarf in der Photographie benutzt man jedoch das destillirte Wasser, d. h. Wasser, welches in einer Destillirblase abgedampft und dessen Dämpfe dann wieder durch Abkühlen condensirt wurden. Diese Wasser sind jetzt allenthalben im Handel zu haben, enthalten aber zuweilen noch organische Substanzen. Man erkennt dieselben durch Versetzen mit etwas Silberlösung und Aussetzen an das Licht. Bei Gegenwart organischer Substanzen färbt sich das Wasser dunkel. Eine weitere Prüfung auf seine Reinheit ist die mit Lackmuspapier. Es mufs vollkommen neutral reagiren und ferner darf es weder mit Chlorbarium noch mit Höllenstein einen Niederschlag geben, noch sich mit Schwefelammonium oder oxalsauren Ammon trüben, oder beim Eindampfen einen merklichen Rückstand hinterlassen.

Im reinen Zustande bildet das Wasser eine geruch- und geschmacklose Flüssigkeit, aus Sauerstoff und Wasserstoff (s. o.) bestehend, die bei 0° gefriert, bei 100° siedet, aber schon bei gewöhnlicher Temperatur langsam verdunstet. Es hat bei 4° seine gröfste Dichtigkeit und dehnt sich beim Gefrieren aus. Das spec. Gewicht desselben wird als Einheit genommen. In Frankreich ist das Gewicht eines Cubikcentimeters Wasser die Gewichtseinheit = 1 Gramm.

Das Wasser ist ein wichtiger Bestandtheil vieler chemischen Verbindungen; so findet es sich verbunden mit Schwefelsäure, Salpetersäure etc. als Hydratwasser, ferner verbunden mit Eisenvitriol, Kupfervitriol, unterschwefligsaurem Natron, als Krystallwasser. Viele dieser Salze, wie Eisenvitriol, unterschwefligsaures Natron, verlieren ihr Wasser theilweise an der Luft, sie verwittern. Dagegen giebt es andere Salze, welche mit Energie Wasser aus der Luft anziehen, dahin gehört das Chlorcalcium; diese zerfliefsen. Man wendet sie zum Trocknen an.

Das Wasser löst feste und flüssige Substanzen und Gase auf; die Löslichkeit der festen Substanzen steigt mit der Temperatur (nur Kalk, Gyps, Glaubersalz sind in höherer Temperatur schwerer löslich, wie in niedrigerer).

Gase lösen sich um so leichter, je niedriger die Temperatur, und je gröfser der Druck ist. Daher kommt es, dafs Salzlösungen in der Kälte einen Theil ihres Salzes ausscheiden, und andererseits die im Wasser enthaltene Luft beim Sieden entweicht.

b) Alkohol ($C_4 H_6 O_2$).

Atomgewicht = 46.

Der Alkohol ist nach dem Wasser für Photographen das wichtigste Lösungsmittel und bildet als solches einen Hauptbestandtheil des Collodions.

Er ist ein Kunstproduct, das durch Gährung des Zuckers erzeugt wird, und im rohen Zustande als Spiritus noch eine beträchtliche Quantität Wasser, aufserdem flüchtige Oele (Fuselöl) enthält. Von beiden befreit man es durch wiederholte Destillation in besonders construirten Apparaten, und wird er auf diese Weise so weit rectificirt, dafs er nur noch 5 Procent Wasser, also 95 Procent Alkohol enthält. Man bezeichnet die Stärke des Spiritus nach seinem Procentgehalt an reinem Alkohol. 90gradiger Spiritus enthält z. B. 90 Volumen Spiritus, 10 Volumen Wasser. Will man ihn ganz wasserfrei haben, so mufs man ihn über eine wasserabsorbirende Substanz, wie Chlorcalcium oder kohlensaures Kali, destilliren.

Für photographische Zwecke ist der Alkohol von 95° stark genug.

Vollkommene Reinigung von Fuselölen ist höchst wünschenswerth, da diese sonst wegen ihrer reducirenden Eigenschaften Störungen in der photographischen Praxis (in Silberbädern) hervorrufen können. Man erkennt den Fuselgehalt am besten am Geruch, wenn man etwas Spiritus verdunsten läfst.

Reiner Alkohol riecht angenehm, schmeckt brennend, hat ein specifisches Gewicht von 0,809, er gefriert nicht und siedet bei 78,4°. Das specifische Gewicht, wie der Siedepunkt steigen mit dem Wassergehalt, so dafs man aus ersterem den Wassergehalt ermitteln kann.

Der Alkohol verbrennt leicht; er mischt sich in jedem Verhältnifs mit Wasser.

Beim Mischen von starkem Alkohol mit Wasser wird Wärme frei, die schon mit der Hand fühlbar ist. Das Volumen der Mischung ist kleiner, als die Summe der Volumen der einzelnen Bestandtheile. Mischt man z. B. 50 Volumen Alkohol und 50 Volumen Wasser, so ist das Volumen der Mischung nicht 100, sondern nur 97.

Wie Wasser, so verbindet sich auch der Alkohol mit gewissen Salzen chemisch zu krystallisirbaren Substanzen, z. B. mit Chlorcalcium.

Er löst viele Salze auf, im Durchschnitt jedoch nicht so leicht als Wasser, andrerseits löst er auch viele in Wasser unlösliche oder schwer lösliche Körper, z. B. Jod, Fette, Oele, Harz, Farbstoffe. Viele Gasarten absorbirt er kräftig.

Durch den Sauerstoff der Luft wird er unter Umständen oxydirt und dadurch Aldehyd und Essigsäure gebildet.

Mit Schwefelsäure erwärmt liefert er Aetherschwefelsäure, die mit überschüssigem Alkohol auf 140° erwärmt den Aether liefert.

c) Aether (C_4H_5O).

Dieser Körper wird durch Erwärmen von Alkohol mit Schwefelsäure dargestellt. Er destillirt dabei als eine eigenthümlich riechende helle Flüssigkeit über, deren specifisches Gewicht 0,736 ist, und die schon bei 35° siedet. Er verdunstet daher schon bei gewöhnlicher Temperatur beträchtlich und mufs deshalb in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt werden.

Der rohe Aether enthält noch Alkohol, Wasser und eigenthümliche Zersetzungsproducte (schweres Weinöl u. A.). Den Alkoholgehalt erkennt man (wenn er beträchtlich ist) durch Schütteln mit einer gemessenen Quantität Wasser, welche dadurch an Volumen auffallend zunimmt, den Wassergehalt durch Schütteln mit wasserfreiem (weifsen) Kupfervitriol, der dadurch blau wird, das Weinöl am Geruch.

Letzteres ist ebenso nachtheilig als das Fuselöl im Alkohol (s. o.). Aether ist sehr leicht entzündlich, brennt mit leuchtender russender Flamme. Sein Dampf kann Explosionen veranlassen. Er löst Salze meist schwerer wie Alkohol, Fette und flüchtige Oele aber leichter. Mit Alkohol mischt er sich in jedem Verhältnifs, nicht aber mit Wasser. 10 Theile Wasser lösen 1 Theil Aether. Eingeathmet bewirkt er Besinnungs- und Empfindungslosigkeit.

Der Aether verhält sich ähnlich einer Basis und bildet mit verschiedenen Säuren Salze, so das essigsaure Aethyloxyd (Essigäther), salpetersaures Aethyloxyd (Salpeteräther) etc. Diese spielen in der Photographie keine Rolle.

d) Methylalkohol ($C_2H_4O_2$).

Der Methylalkohol oder Holzgeist entsteht bei der trocknen Destillation des Holze und bildet so einen Bestandtheil des rohen Holzessigs, von dem er sich durch Destillation mit Kalk trennen läfst. Er ist eine dem Alkohol sehr ähnliche Flüssigkeit, die bei 60° siedet und statt des Alkohols öfter in der Photographie verwendet wird, namentlich in den Ländern, in welchen ersterer (der Steuer wegen) hoch im Preise ist.

Säuren.

Es giebt in der Chemie eine Reihe von theils festen, theils flüssigen, theils luftförmigen Körpern, die sich durch einen sauren Geschmack, durch ihre Fähigkeit, blaues Lackmuspapier roth zu färben, auszeichnen und welche mit Metalloxyden eigenthümliche Verbindungen eingehen, die man Salze nennt. Man nennt diese Körper Säuren.

Die charakteristischen Eigenschaften derselben sind mehr oder weniger stark ausgesprochen, so haben manche Säuren keinen sauren Geschmack, z. B. Kieselsäure, oder sie wirken wenig auf Lackmuspapier, z. B. Kohlensäure, oder haben nur schwache Verwandtschaft zu Metalloxyden, z. B. Pyrogallussäure.

Diese Säuren sind theils Sauerstoffverbindungen der Metalloide, diese vereinigen sich mit Metalloxyden unmittelbar zu Sauerstoffsalzen, z. B. Schwefelsäure mit Eisenoxydul zu schwefelsaurem Eisenoxydul, oder es sind Wasserstoffverbindungen, z. B. die Salzsäure, welche aus Chlor und Wasserstoff besteht. Diese vereinigen sich mit Metalloxyden zu sogenannten Haloidsalzen, z. B. Chlorwasserstoffsäure und Silberoxyd vereinigen sich zu Chlorsilber unter Bildung von Wasser ($HCl + AgO = AgCl + HO$).

In der Photographie spielen mehrere derselben eine wichtige Rolle, theils in freiem Zustande, theils in Verbindung mit Metalloxyden.

Schwefelsäure ($SO_3 + HO$).

Atomgewicht = 49.

Die Schwefelsäure kommt als eine ölige schwere Flüssigkeit im Handel vor, theils rauchend (Nordhauser Schwefelsäure), theils nicht rauchend (englische Schwefelsäure). Nur letztere findet in der Photographie Anwendung.

Die im Handel vorkommende Säure enthält meistens etwas Wasser. Sie bildet eine farblose (oder von Verunreinigungen mit organischen Substanzen leicht gelb gefärbte) Flüssigkeit, siedet bei 330°, zieht mit grofser Energie Wasser aus der Luft an, mischt sich mit Wasser unter starker Erhitzung, und entzieht vielen wasserhaltige Substanzen ihr Wasser. Organische Stoffe (Holz, Papier, Haut) werden davon zerstört. In der Photographie dient sie zum Ansetzen mancher Entwickler; ferner zur Fabrikation der Schiefsbaumwolle; ferner gemeinschaftlich mit chromsaurem Kali zum Plattenreinigen.

Von den Salzen der Schwefelsäure sind von Wichtigkeit: das schwefelsaure Eisenoxydul, dessen Eigenschaften schon früher (S. 20) besprochen wurden. Ferner ist das schwefelsaure Silberoxyd zu erwähnen, welches als Verunreinigung der Silberbäder nicht selten vorkommt und sich wegen seiner Schwerlöslichkeit leicht in Krystallen ausscheidet, an die Platten setzt und Löcher veranlafst.

Salpetersäure ($NO_5 + HO$).

Atomgewicht = 63.

Sie kommt theils in concentrirtem Zustande mit 1 Atom Wasser (1,5 spec. Gew.), theils in verdünntem Zustande mit 4 Atomen Wasser und 1,2 spec. Gew. als officinelle Säure im Handel vor. Letztere ist die von Photographen und Chemikern am häufigsten angewendete.

Die starke Säure zersetzt sich schon im Licht unter Gelbwerden (siehe S. 18), die schwächere officinelle ist lichtbeständig, sie siedet bei 123°, giebt leicht Sauerstoff ab, dient daher als wichtiges Oxydationsmittel. Die meisten Metalle werden in dieser Weise von der Salpetersäure oxydirt und dann unter Bildung salpetersaurer Salze gelöst; dabei wird die Salpetersäure zu Stickoxyd (NO_2) reducirt, das in der Luft rothe Dämpfe von Untersalpetersäure (NO_4) bildet. Im reinen Zustande benutzt man die Salpetersäure zum Auflösen des Silbers behufs der Höllensteindarstellung, aufserdem zum Ansäuern der Silberbäder. Die concentrirte Säure dient in Gemeinschaft mit Schwefelsäure zur Fabrikation der Schiefsbaumwolle. Wichtig ist ihre Reinheit von Schwefelsäure und Chlor. Man prüft sie auf beide, indem man sie verdünnt und mit salpetersaurem Silber oder mit salpetersaurem Baryt versetzt. Erstere zeigt freies Chlor, letzteres freie Schwefelsäure an. Die unreine Salpetersäure des Handels benutzt man zum Plattenreinigen.

Das für die Photographie wichtigste ihrer Salze ist das salpetersaure Silberoxyd, dann das salpetersaure Uranoxyd, das wir schon früher betrachtet haben.

Chlorwasserstoffsäure (HCl),

Atomgewicht = 36,4,

ist in reinem Zustande ein Gas, das beim Uebergiefsen von Kochsalz mit Schwefelsäure frei wird. Es löst sich sehr leicht in Wasser und bildet so die wässerige Salzsäure, die in der Chemie vielfach, seltener in der Photographie angewendet wird.

Mit Metalloxyden bildet sie Chlormetalle und dient sie so als ein wichtiges Lösungsmittel für Metalle.

Essigsäure ($C_4H_3O_3 + HO$)

kommt in reinem Zustande unter dem Namen Eisessig in dem Handel vor und bildet so eine wasserhelle, stark riechende Flüssigkeit, die bei 15° schon fest wird und so weifse Krystalle bildet und bei 119° siedet. Sie mischt sich in jedem Verhältnifs mit Wasser. Sie bildet sich bei der Oxydation des Alkohols, der sich dabei zuerst in Aldehyd ($C_4H_2O_2$) verwandelt, welcher durch weitere Sauerstoffaufnahme in Essigsäure übergeht.

Essigsäure wird als Zusatz zum Entwickler angewendet, und wirkt hier einerseits verlangsamend auf die Reduction des Silbers, andrerseits schleierverhütend.

Von seinen Salzen ist das essigsaure Natron

($NaOC_4H_3O_3 + HO$)

bemerkenswerth, welches als Zusatz bei Goldtonbädern verwendet wird.

Essigsaures Silberoxyd bildet sich öfter in Silberbädern durch Oxydation des darin enthaltenen Alkohols, es ist ein schwer lösliches Salz, welches sich leicht in Nadeln ausscheidet, an die Platten setzt, und hier spiefs- und kreuzförmige Flecke veranlafst.

Ameisensäure ($C_2HO_3 + HO$)
bildet eine wasserhelle, der Essigsäure ähnliche Flüssigkeit, welche bei 100° siedet und in der Kälte erstarrt. Sie riecht durchdringend sauer, erzeugt Blasen auf der Haut und nimmt leicht Sauerstoff auf, indem sie dann Kohlensäure und Wasser bildet ($C_2HO_3 + C_2O = C_2O_4 + HO$). Quecksilberoxyd und salpetersaures Quecksilberoxydul werden davon zu metallischem Quecksilber reducirt. Man benutzt sie statt der Essigsäure im Entwickler.

Citronsäure und Weinsäure kommen beide im festen Zustande im Handel vor. Sie bilden weifse, in Wasser und Weingeist, aber nicht in Aether lösliche Krystalle und dienen hauptsächlich als Verzögerer im Entwicklungs- und Verstärkungsprocefs, seltener als Zusatz zum Positiv-Papier, und modificirend auf den Ton der Bilder zu wirken. In höherer Temperatur zersetzen sie sich. Das weinsaure und citronsaure Silbersalz sind höchst lichtempfindlich, ersteres färbt sich im Lichte braun, letzteres ziegelroth.

Weinsäure giebt mit Kalisalzen (z. B. Salpeter) einen schwer löslichen Niederschlag (Weinstein); dadurch unterscheiden sie sich von der Citronsäure.

Gerbsäure, Gallussäure, Pyrogallussäure siehe unter Reductionsmittel.

Basen und Salze.

Eine grofse Zahl von Metalloxyden zeigt Eigenschaften, die denen der im vorigen Capitel beschriebenen Säuren geradezu entgegengesetzt sind. Sie färben das durch Säuren geröthete Lackmuspapier wieder blau und vernichten, einer Säure zugesetzt, den sauren Geschmack derselben vollständig, indem sie sich mit der Säure chemisch verbinden. Diese chemischen Verbindungen zwischen Säuren und Metalloxyden nennt man Salze, und weil die Metalloxyde die Basis dieser Salze bilden, nennt man sie Basen.

Ein solches Metalloxyd ist beispielsweise das Natriumoxyd, in Verbindung mit Wasser unter dem Namen Aetznatron bekannt.

Setzt man dieses zu Schwefelsäure, so verbinden sich beide unter starkem Erhitzen. Fügt man zu einer gegebenen Quantität der Säure so lange Natronlösung, bis dieses nicht mehr sauer reagirt, d. h. bis blaues Lackmuspapier von der Mischung nicht mehr roth gefärbt wird, so erhält man das schwefelsaure Natron, ein Salz, das sich schon durch den Geschmack wesentlich von seinen Bestandtheilen unter-

scheidet, und das beim Abdampfen der Flüssigkeit in weifsen Krystallen anschiefst. Man nennt dieses Salz im gewöhnlichen Leben Glaubersalz. Es reagirt neutral, d. h. färbt weder das blaue noch das rothe Lackmuspapier.

In dieser Weise benutzt man in den Photographieen neben Aetznatron (nicht zu verwechseln mit dem unterschwefligsauren Natron) noch eine Reihe ähnlicher Körper zum Abstumpfen saurer Flüssigkeiten. So z. B. Aetzkali, Aetzammoniak. Man nennt diese Körper Alkalien.

Diese zeigen die oben erwähnten Eigenschaften: alkalische Reaction auf Lackmus, laugenhaften Geschmack und grofse Verwandtschaft zu Säuren im ausgesprochensten Mafse. Es giebt aber neben diesen noch viele andere Metalloxyde, die ähnliche Eigenschaften zeigen; so der gebrannte Kalk (Aetzkalk), der Aetzbaryt. Alle diese wirken noch auf Lackmuspapier, ihre Salze reagiren neutral und sind starke Basen. Andere Metalloxyde, wie Zinkoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxyd wirken nicht mehr auf Lackmuspapier, dennoch geben sie mit Säuren Salze, die jedoch nicht neutral, sondern sauer reagiren; man nennt diese Metalloxyde, weil sie die saure Reaction nicht abzustumpfen vermögen, schwache Basen. Solche sauer reagirende Salze sind z. B. Eisenvitriol, Kupfervitriol, Zinkvitriol etc.

Wie es schwache Basen giebt, die nicht im Stande sind, starke Säuren zu neutralisiren, so giebt es umgekehrt auch schwache Säuren, die nicht im Stande sind, die alkalische Reaction starker Basen zu neutralisiren. So z. B. die Kohlensäure, die Essigsäure, die Phosphorsäure, die Borsäure.

Daher haben wir eine Reihe von Salzen: kohlensaures, phosphorsaures, borsaures Kali, Natron und Ammoniak, die nicht neutral, sondern alkalisch reagiren. Versetzt man diese mit einer stärkeren Säure, so werden die schwachen Säuren ausgetrieben, und die stärkere Säure verbindet sich mit der Basis. Tröpfelt man z. B. zu Salpetersäure kohlensaures Natron, so entweicht die gasförmige Kohlensäure unter Brausen und es entsteht salpetersaures Natron. Daher können solche alkalisch reagirenden Salze gerade so wie reine Alkalien zum Abstumpfen von Säuren verwendet werden.

Unter den Basen heben wir als photographisch wichtig hervor:

Das Kali.

Das im Handel vorkommende Aetzkali ist eine Verbindung des Kaliumoxyds mit Wasser (KOHO). Es zeichnet sich vor Allem durch seine kräftigen basischen Eigenschaften aus. Es löst sich sehr leicht in Wasser und Alkohol, zieht mit grofser Energie Kohlensäure aus der Luft an und braust alsdann mit Säuren, giebt mit vielen

Metallsalzen Niederschläge, indem es das Metalloxyd ausfällt und sich mit der Säure verbindet. Versetzt man z. B. salpetersaures Silberoxyd mit Kalilauge, so wird das Silberoxyd niedergeschlagen und salpetersaures Kali bleibt in der Flüssigkeit gelöst. Das im Handel vorkommende Aetzkali ist gewöhnlich mit kohlensaurem, schwefelsaurem Kali und Chlorkalium verunreinigt. Es greift die Haut an, ebenso viele organische Substanzen, z. B. Eiweifs, Leder, Leim, und verbindet sich mit Fetten und Harzen zu Seife. Es kann daher zur Reinigung von Glasplatten benutzt werden. Jedoch wird dazu mit gleichem Vortheil das Aetznatron benutzt. Unter den Salzen des Kalis ist erwähnenswerth: das *kohlensaure Kali* (Pottasche), das *salpetersaure Kali* (Salpeter) und mehrere Haloidsalze, so das *Jodkalium*, *Bromkalium* und *Chlorkalium*, die wir unten als *Jodirungssalze* gemeinschaftlich betrachten werden (s. Collodion); ferner das

Cyankalium.

Es wird durch Schmelzen von 3 Theilen trocknem kohlensauren Kali mit 8 Theilen getrocknetem Blutlaugensalz dargestellt. Es bildet sich hierbei Cyankalium, cyansaures Kali und Eisen; letzteres setzt sich bald ab und kann man dann das geschmolzene Salz in Formen giefsen. Die Beimengung von cyansaurem Salz schadet nicht. Setzt man während des Schmelzens Kohle zu, so erhält man ein cyansäurefreies Salz, das jedoch mit Kohle verunreinigt ist. Das *Cyankalium* ($KaCy$) ist ein weifses Salz, *höchst giftig*, reagirt alkalisch, löst sich sehr leicht in Wasser, schwer in Weingeist, zerfliefst an der Luft, riecht dann nach Blausäure, indem es durch die Kohlensäure der Luft zersetzt wird, hält sich in wässeriger Lösung nicht lange, sondern zersetzt sich in Ammoniak und ameisensaures Kali. Das Cyankalium hat grofse Neigung *Doppelcyanür* zu bilden.

Auf dieser Fähigkeit des Cyans, Doppelsalze zu bilden, beruht die Auflösung von Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber in Cyankaliumlösung, eine Eigenschaft, durch welche es für den Photographen als *Fixirmittel* wichtig wird. Man benutzt es nämlich, um das in den Collodionplatten zurückgebliebene Jodsilber und Bromsilber nach Vollendung des Bildes zu entfernen. Es bildet sich hierbei Kaliumsilbercyanür ($2KaCy + AgJ = KJ + AgCy, KaCy$), welches in Wasser löslich ist.

Das Bild wird beim Fixiren mit Cyankalium leicht ein wenig angegriffen, weil nämlich Cyankalium *das metallische Silber durch Zutritt des Sauerstoffs der Luft auflöst.*

$$Ag + 2KCy + O = AgCyKCy + KO.$$

Auch andere Metalle werden von Cyankaliumlösung angegriffen. Zink, Eisen, Nickel, Kupfer werden unter Entwickelung von Wasserstoff aufgelöst ($2KCy + Zn + HO = KCyZnCy + KO + H$).

Cadmium, Silber, Gold lösen sich beim Zutritt der Luft, wie oben angegeben; Zinn, Quecksilber und Platin werden nicht angegriffen.

Das im Handel vorkommende Cyankalium enthält oft nicht mehr als 25 pCt. reines Salz. Um es zu prüfen, tröpfelt man in eine gewogene Quantität des Salzes eine titrirte Silberlösung, bis ein bleibender (beim Umschütteln nicht mehr verschwindender) Niederschlag entsteht. 1,7 Gramm Silber entsprechen 1,3 Gramm Cyankalium.

Das gelbe Blutlaugensalz [Kaliumeisencyanür] ($FeCy, 2KCy + 3HO$) ist ein krystallisirbares, in Wasser lösliches Eisendoppelcyanür, welches mit Eisenoxydulsalzen einen blafsblauen, mit Eisenoxydsalzen einen dunkelblauen Niederschlag, Berlinerblau ($3FeCy + 2Fe_2Cy_3$), liefert. Auch mit anderen Metallsalzen giebt es gefärbte Niederschläge, so mit Uranoxydsalzen das braune Uraneisencyanür, das photographisch interessant ist (siehe S. 40). Das Blutlaugensalz absorbirt mit Leichtigkeit freies Jod, indem es dabei Jodkalium und Kaliumeisencyanid bildet

$$2(FeCy + 2KCy) + J = Fe_2Cy_3 + 3KCyKJ.$$

Es wirkt daher als Sensibilisator auf Jodsilber, d. h. es befördert die chemische Zersetzung desselben im Lichte sehr energisch. Hunt benutzte es zuerst als Sensibilisator, später Scheibe, Reynolds und Reifsig (s. Photographische Mittheilungen III, S. 93).

Durch Behandeln mit Oxydationsmitteln, z. B. Chlor, wird das gelbe Blutlaugensalz in rothes Blutlaugensalz [Kaliumeisencyanid] ($3KaCyFe_2Cy_3$) übergeführt, ein in Wasser lösliches rothes Salz, welches mit verschiedenen Metallsalzen ebenfalls charakteristisch gefärbte Niederschläge liefert. Mit Eisenoxydsalzen bildet es keinen Niederschlag, mit Eisenoxydulsalzen aber das Turnbullblau ($3FeCy + Fe_2Cy_3$). Hierauf beruht die Entwicklung der blauen Eisenbilder (siehe S. 23). Durch Reductionsmittel wird es unter Umständen wieder in Blutlaugensalz verwandelt.

Schwefelcyankalium (Rhodankalium).

Rhodankalium ($KaCy_2NS_2$) wird durch Schmelzen des Blutlaugensalzes mit Schwefelleber erhalten; es ist ein weifses Salz, schmeckt ähnlich dem Salpeter, ist giftig, zerfliefst an der Luft, löst sich leicht in Wasser und Weingeist, und färbt Eisenoxydlösungen blutroth. Es wird im Obernetter'schen Procefs angewendet (s. S. 26). Mit Silberlösungen giebt es einen weifsen Niederschlag von Rhodansilber, der sich im Ueberschufs des Rhodankaliums zu einem Doppelsalze auflöst, das durch viel Wasser zersetzt wird. Ebenso löst Rhodankalium Chorsilber, Bromsilber und Jodsilber auf. Man hat es deshalb zum Fixiren verwendet; hierbei sind jedoch zwei Fixirbäder nöthig (s. den II. Theil).

Natron.

Das Aetznatron ($NaOHO$) ist in seinem Verhalten dem Aetzkali äufserst ähnlich, es findet sich im Handel reiner und billiger vor als dieses. Beide unterscheiden sich nur durch ihr Verhalten zu Säuren. Das Natron bildet eine Reihe wichtiger Salze, die in der Photographie öfter Anwendung finden. Wir erwähnen:

Das kohlensaure Natron ($NaOCO_2 + 10HO$). Dies kommt in weifsen, an der Luft leicht verwitternden Krystallen im Handel vor, die oft schwefelsaures Natron und Chlornatrium enthalten. Erstere Verunreinigung erkennt man leicht, wenn man das Salz mit chemisch reiner Salpetersäure neutralisirt und dann salpetersauren Baryt hinzufügt. Ein weifser Niederschlag deutet auf Schwefelsäure. Das Chlor findet man durch Zusatz von Silberlösung zu der mit Salpetersäure neutralisirten Lösung, indem sich dann weifses Chlorsilber bildet.

Das kohlensaure Natron löst sich leicht in Wasser, nicht in Alkohol, die Lösung reagirt alkalisch, und braust auf bei Zusatz von Säuren. Sie kann daher gerade so wie Aetznatron zum Abstumpfen von Säuren gebraucht werden. Setzt man die Lösung zu Metallsalzen, so entsteht ein Niederschlag von kohlensaurem Metalloxyd; so bildet sich z. B. beim Versetzen von salpetersaurem Silberoxyd mit kohlensaurem Natron ein weifsgelber Niederschlag von kohlensaurem Silberoxyd

$$AgONO_5 + NaOCO_2 = AgOCO_2 + NaONO_5.$$

Das zweifach kohlensaure Natron ($NaO2CO_2 + HO$) kommt als eine weifse Salzmasse im Handel vor, die sich viel schwerer als das einfach kohlensaure Natron in Wasser löst. Es braust mit Säuren viel stärker als dieses und wird ebenfalls zum Neutralisiren verwendet, z. B. zum Abstumpfen der überschüssigen Säure in Goldbädern.

Das salpetersaure Natron ($NaONO_5$) kommt in cubischen Krystallen im Handel vor und findet in der Photographie eine untergeordnete Anwendung zum Versetzen der Silberbäder. Es bildet sich als Nebenproduct beim Zersetzen des Jodnatriums und Bromnatriums mit salpetersaurem Silber. Es reagirt neutral und enthält häufig Chlor.

Phosphorsaures Natron ($2NaOPO_5 + 24HO$) ein verwitterndes, in Wasser leicht lösliches (1 Th. Salz löst sich in 4 Th. Wasser), alkalisch reagirendes Salz und borsaures Natron [Borax], ($NaO2BoO_3 + 10HO$), ein weifses, nicht verwitterndes, aber schwer lösliches (1 Th. löst sich in 12 Th. Wasser) und alkalisch reagirendes Salz, werden beide in der Photographie mit Vorliebe zum Abstumpfen der Goldbäder benutzt.

Noch wichtiger ist für die Photographie das unterschwefligsaure Natron ($NaOS_2O_2 + 5HO$), das in weifsen Krystallen im

Handel vorkommt und im Grofsen in Sodafabriken dargestellt wird, indem man schwefligsaures Gas (durch Verbrennen von Schwefel erzeugt) auf die Lösung von Schwefelnatrium (durch Reduction von schwefelsaurem Natron mit Kohle erhalten) wirken läfst. Neuerdings verwendet man den Sodarückstand (Calciumoxysulfuret) zur Bereitung des Salzes. Man kocht diesen mit 10 bis 15 pCt. Schwefel und Wasser, läfst darauf schwefligsaures Gas wirken, und erhält so unterschwefligsauren Kalk, den man durch Glaubersalz zersetzt. Es fällt dadurch Gyps nieder und das unterschwefligsaure Natron bleibt in Lösung.

Es löst sich sehr leicht in Wasser, nimmt mit grofser Energie Chlor, Brom und Jod auf, indem sich hierbei Haloidsalze und unterschwefelsaures Natron bilden

$$2NaOS_2O_2 + J = NaJ + NaOS_4O_5;$$

daher wird es benutzt zur Absorption des freien Chlors (im Bleichprocefs), sowie zur Titrirung des Jods. Versetzt man eine Auflösung des Salzes mit einer starken Säure, z. B. Salzsäure, Schwefelsäure, so wird die unterschweflige Säure ausgetrieben. Diese bleibt anfangs klar in der Flüssigkeit, zersetzt sich jedoch sehr schnell, indem sich Schwefel unter weifser Trübung abscheidet und schweflige Säure entweicht ($S_2O_2 = S + SO_2$). Das unterschwefligsaure Natron zeichnet sich aus durch seine Fähigkeit Silbersalze aufzulösen. So nimmt es mit Leichtigkeit Chlorsilber, Bromsilber, Jodsilber auf, und dadurch ist es in der Photographie wichtig als Fixirmaterial, d. h. als Lösungsmittel der in den halbfertigen Bildern enthaltenen unlöslichen Silbersalze, welche hinausgeschafft werden müssen, um die Bilder im Lichte haltbar zu machen.

Versetzt man einen Ueberschufs von Silberlösung mit unterschwefligsaurer Natronlösung, so bildet sich ein weifser Niederschlag von unterschwefligsaurem Silberoxyd, dieser färbt sich jedoch sehr schnell gelb und braun unter Bildung von Schwefelsilber. Versetzt man aber einen Ueberschufs von unterschwefligsaurem Natron mit Silberlösung, so entsteht ein weifser Niederschlag, der sich im Ueberschufs des Natronsalzes auflöst. Hierbei bildet sich ein Doppelsalz von unterschwefligsaurem Silberoxyd und unterschwefligsaurem Natron ($2NaOS_2O_2 + AgOS_2O_2$), welches sich nicht mehr freiwillig zersetzt. Man erhält diese Verbindung rein, wenn man Silbersalz tropfenweise unter Umschütteln zu Natron setzt; man kommt dann an einen Punkt, wo der anfangs entstandene Niederschlag sich durch Umschütteln nicht mehr löst, alsdann findet sich in der Flüssigkeit die Verbindung

$$2NaOS_2O_2 + AgOS_2O_2;$$

dieselbe scheidet sich beim Zusatz von Alkohol als ein weifses, in Wasser leicht lösliches, süfs schmeckendes, beständiges Salz aus, welches mit Kochsalz keinen Niederschlag giebt.

Aufserdem existirt noch ein zweites Doppelsalz von unterschwefligsaurem Natron und unterschwefligsaurem Silberoxyd ($AgOS_2O_2 + NaOS_2O_2 + 5HO$), das man erhält, wenn man mit dem Zusatz von Silberlösung zu der Natronlösung fortfährt, so dafs ein bleibender Niederschlag entsteht. Diese Verbindung ist in Wasser schwer löslich und zersetzt sich leichter als die erste unter Bildung von Schwefelsilber. Dieselben Doppelsalze bilden sich auch beim Auflösen von Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber in unterschwefligsaurem Natron, z. B.

$$3NaOS_2O_2 + AgJ = AgOS_2O_2,\ 2NaOS_2O_2 + NaJ;$$

es entsteht hierbei noch Chlor-, Brom- resp. Jodnatrium. Die lösliche Verbindung bildet sich jedoch nur bei Natronüberschufs; ist dasselbe in ungenügender Quantität vorhanden, so entsteht das unlösliche Doppelsalz, welches dann in den Bildern zurückbleibt, sich alsbald zersetzt, und so das Bild durch Erzeugung von Schwefelsilber verdirbt. Es ist demnach klar, dafs man, um die bewufsten Silbersalze zu entfernen, einen Ueberschufs von Natronsalz anwenden mufs.

$NaOS_2O_2$ kann circa $\frac{1}{3}$ seines Gewichts $AgCl$ auflösen, doch darf man es nicht bis zur Sättigung aufbrauchen, weil sonst immer eine Ausscheidung feiner Krystalle der unlöslichen Verbindung stattfinden kann.

Aufserdem wirkt das entstehende Kochsalz sowohl als das Jodnatrium, wenn sie in grofsen Quantitäten vorhanden sind, wieder zersetzend auf das unterschwefligsaure Doppelsalz unter Ausscheidung von Jod- und Chlorsilber. Wichtig ist auch, dafs man aus den fixirten Bildern jede Spur des löslichen Doppelsalzes entfernt, weil dieses sonst leicht durch die Kohlensäure der Luft zersetzt werden und so zur Bildung von Schwefelsilber, welches das Bild gelb färbt, Veranlassung geben kann.

Von den Haloidsalzen des Natrons ist zu erwähnen:

Das Chlornatrium (Kochsalz), welches eine so wichtige Rolle im Haushalte der Natur spielt. Es bildet würfelförmige Krystalle, die sich leicht in Wasser lösen, aber nicht in absolutem Alkohol. Der sogenannte absolute Alkohol des Handels (95° stark) löst es in geringer Menge; 100 Th. desselben nehmen 0,172 Kochsalz auf. Mit Silberlösungen giebt Kochsalz einen weifsen Niederschlag von Chlorsilber. Es wird daher zur Ausfällung des Silbers aus seinen Rückständen benutzt (Natronrückstände werden dadurch nicht gefällt), aufserdem zum Salzen der Positivpapiere. Kochende Kochsalzlösungen nehmen auch Chlorsilber in merklicher Menge auf, indem sich hierbei ein schwer lösliches Doppelsalz ($NaCl + AgCl$) bildet.

Bromnatrium und Jodnatrium werden unter Jodirungssalze (s. Collodion) abgehandelt werden.

Ammoniak (NH_3),
Atomgewicht = 17,

ist eine der eigenthümlichsten Basen der unorganischen Chemie; es besteht aus einer Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff (NH_3), ist in reinem Zustande gasförmig, löst sich aber mit grofser Energie in Wasser; diese Lösung kommt im Handel als eine durchdringend riechende Flüssigkeit vor, die kräftig alkalisch reagirt, Säuren mit derselben Stärke wie Aetzkali neutralisirt, und aus zahlreichen Metallsalzlösungen gleich dem Aetzkali und Aetznatron Metalloxyde fällt. Es ist flüchtig, verliert beim Stehen an der Luft an Stärke, zieht dabei auch Kohlensäure an, so dafs altes Ammoniak immer etwas kohlensäurehaltig erscheint. Es ist um so reicher an Ammoniak, je geringer sein specifisches Gewicht ist. Es hat grofse Neigung eigenthümliche Doppelsalze zu bilden. Viele unlösliche Metallsalze, namentlich Silbersalze und Kupfersalze werden daher mit Leichtigkeit vom Ammoniak gelöst, z. B. Chlorsilber, Bromsilber (letzteres nur schwierig). Jodsilber wird nicht gelöst. Salpetersaures Silberoxyd giebt mit Ammoniak einen braunen Niederschlag, der sich jedoch im Ueberschufs des Ammoniaks leicht auflöst. Man hat diese ammoniakalische Silberlösung als Positivbad benutzt.

Auch Silberoxyd wird von Ammoniak gelöst. Kali giebt mit dieser Lösung einen Niederschlag von Knallsilber, was leicht und mit furchtbarer Heftigkeit explodirt. Festes Chlorsilber und festes salpetersaures Silberoxyd absorbiren Ammoniakgas; es entstehen dabei Verbindungen

$$2AgCl3H_3N \text{ und } AgONO_5 + 3H_3N.$$

Dieselben Verbindungen bilden sich jedenfalls auch beim Räuchern der gesilberten Positivpapiere in Ammoniak. Sie sind lichtempfindlicher als salpetersaures Silberoxyd und geben Bilder von eigenthümlichem Ton.

Das Ammoniak giebt gleich dem Kali und Natron wohl ausgeprägte Salze. In diesen ist das Ammoniak verbunden mit 1 Atom Wasserstoff als Ammonium (NH_4) vorhanden, das mit Sauerstoff das Ammoniumoxyd (NH_4O) bildet.

Das Chlorammonium (NH_4Cl) bildet ein weifses, leicht krystallisirbares Salz, das beim Erhitzen verdampft und sublimirt, sich leicht in Wasser, schwer in Alkohol löst (60 Theile Alkohol von 95° lösten bei einem Versuche des Verfassers 1,25 Chlorammon kaum zur Hälfte). Mit Natronlauge oder Kalkhydrat erwärmt entwickelt es Ammoniakgas.

In der Photographie benutzt man es zum Salzen der Positivpapiere und zum Präpariren mancher Collodien. Die Jod- und Bromverbindungen des Ammoniums werden unter dem Capitel Jodirungssalze besprochen werden.

Rhodanammonium ($NH_4C_2NS_2$) ist ein Analogon des Rhodan-

kaliums, und diesem in seinem Ansehen und seinem Verhalten höchst ähnlich. Es wird daher wie dieses als Fixirmaterial verwendet; in Betreff der hierbei vor sich gehenden chemischen Action verweisen wir auf das Rhodankalium. Meynier in Marseille bereitet das Salz im Grofsen durch Verarbeitung der „Gaswässer".

Kohlensaures Ammon bildet ein weifses, nach Ammon riechendes, flüchtiges, lösliches Salz, das in seiner Zusammensetzung der Formel $2NH_3 3CO_2 + HO$ annähernd entspricht.

Kalk, Baryt, Strontian, Magnesia

bilden alle vier starke Basen und sind Oxyde der Metalle Calcium, Strontium, Barium und Magnesium; sie unterscheiden sich von den Oxyden der Alkalimetalle durch ihre Schwerlöslichkeit in Wasser und durch die Unlöslichkeit resp. Schwerlöslichkeit ihrer kohlensauren Salze und deren Zersetzbarkeit in der Glühhitze.

Das bekannteste ist der Aetzkalk, Calciumoxyd ($CaO = 28$), der in unreinem Zustande als gebrannter Kalk in enormen Quantitäten zur Bereitung des Mörtels verwendet wird. Er verbindet sich mit Wasser unter starker Erhitzung (Kalklöschen), bildet damit ein weifses pulveriges Hydrat, das sich schwer in Wasser löst, stark alkalisch reagirt und mit Säuren wohlausgeprägte Salze liefert.

Der kohlensaure Kalk ($CaOCO_2$) kommt in der Natur als Marmor, Kreide und Kalkstein in ungeheuren Massen vor, er verliert seine Kohlensäure durch Glühen (Brennen des Kalks), reagirt neutral, ist in reinem Wasser unlöslich, löslich aber in kohlensäurehaltigem; daher in dem Quellwasser, welches fast immer kohlensäurehaltig ist, gewöhnlich enthalten. Beim Stehen des Wassers an der Luft entweicht die Kohlensäure und der gelöste kolensaure Kalk scheidet sich dann ab (sogenannter Salpeter). In Salzsäure und Salpetersäure löst er sich unter Brausen.

In der Photographie wird er zuweilen zum Neutralisiren der Silberbäder und Goldbäder verwendet. Man thut gut, hierzu möglichst reinen kohlensauren Kalk zu nehmen, wie er durch Fällen von salpetersaurem Kalk mit kohlensaurem Ammon und Auswaschen gewonnen werden kann, statt der Kreide, welche meistens organische Substanzen enthält. Bei Behandlung von Silberlösungen mit kohlensaurem Kalk wird kohlensaures Silberoxyd niedergeschlagen, daher verlieren Silberbäder beim Neutralisiren mit kohlensaurem Kalk leicht einen Theil ihres Silberssalzes.

Schwefelsaurer Kalk ($CaOSO_3 + 2HO$) kommt unter dem Namen Gyps als ein schwer lösliches Salz ebenfalls in grofsen Massen in der Natur vor und findet sich in geringer Menge in jedem Quellwasser. Manche Filtrirpapiere enthalten ihn in merklicher Menge und

geben bei Benutzung derselben zum Filtriren von Silberbädern Veranlassung zur Entstehung von schwefelsaurem Silberoxyd.

Salpetersaurer Kalk bildet ein zerfliefsliches, in Wasser und Alkohol leicht lösliches, sauer reagirendes Salz.

Chlorcalcium (CaCl+6HO) bildet ebenfalls ein zerfliefsliches, in Wasser und Alkohol leicht lösliches, sauer reagirendes Salz, das mit Schnee gemischt eine bedeutende Temperaturerniedrigung erzeugt (sogenannte Kältemischung). Es wird zur Collodionfabrikation (Chlorsilbercollodion) benutzt und bildet einen Bestandtheil des rohen Chlorkalks.

Chlorkalk ist ein Gemenge von unterchlorigsaurem Kalk mit Kalkhydrat und Chlorcalcium, das durch Einwirkung von Chlor auf Kalkhydrat gewonnen wird, und in der Industrie als Bleichsalz verwendet wird. In der Photographie dient es nach Parkinson zum Versetzen der Goldbäder.

Baryt- und Strontiansalze finden in der Photographie wenig Anwendung; zu erwähnen ist nur der salpetersaure Baryt, ein in Wasser ziemlich leicht lösliches, in Alkohol unlösliches Salz. Er dient zur Erkennung der Schwefelsäure, mit der er einen weifsen, in Wasser und Säuren unlöslichen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt erzeugt.

Chlorstrontium (SrCl+6HO) wird als ein in Alkohol lösliches Salz zur Bereitung des Chlorsilbercollodions verwendet.

Von den Magnesiumverbindungen erwähnen wir nur der gebrannten Magnesia, ein Analogon des gebrannten Kalks, eine basisch reagirende, sehr schwer lösliche, erdige, weifse Masse, und der kohlensauren Magnesia, die als ein sehr leichter, lockerer, weifser Körper im Handel vorkommt und neuerdings zum Neutralisiren der Goldbäder empfohlen worden ist.

Die übrigen in der Photographie zur Anwendung kommenden Basen sind bereits in dem ersten Capitel besprochen.

Reductionsmittel.

In dem Capitel über Photochemie wurde ein höchst interessanter Procefs besprochen, durch welchen eine an sich unsichtbare Lichtwirkung auf Jodsilber durch Erzeugung eines Niederschlages sichtbar gemacht werden kann, wenn man Silberlösungen, mit einem Reductionsmittel vermischt, auf die belichtete Schicht bringt. Man nennt diesen Procefs, auf dem das Negativverfahren basirt, den Entwicklungs- oder Hervorrufungsprocefs. Hierzu sind gewisse Reductionsmittel nöthig, von denen wir eins, den Eisenvitriol, schon specieller besprochen haben (s. S. 21). Hier haben wir nur die Beschreibung dreier anderer Körper anzufügen, die in gewissem genetischen Zusammenhange stehen. Es ist der Gerbstoff (Tannin), die Gallussäure und die Pyrogallussäure.

Gerbstoff (Tannin).

In vielen Pflanzen findet sich ein Stoff von zusammenziehendem Geschmack vor, der sich durch seine Eigenthümlichkeit, Leim zu fällen und Eisensalze schwarz zu färben, auszeichnet, man nennt ihn Gerbstoff. Je nach dem Ursprung hat derselbe etwas verschiedene Eigenschaften. Der am häufigsten angewendete ist der Gallapfelgerbstoff, den man erhält, wenn man auf zerkleinte Galläpfel, die in einem Scheidetrichter sich befinden, rohen Aether giefst. Dieser sickert allmählig durch und trennt sich in dem untergestellten Gefäfs in zwei Schichten; die untere ist eine Auflösung des Gerbstoffs in Wasser, und sie liefert durch Verdunsten den reinen Gerbstoff oder Gerbsäure ($C_{54}H_{22}O_{34}$) als eine schwachgelbe, unkrystallisirbare pulverige Masse, in Wasser und Alkohol leicht löslich, wenig in Aether. Verschiedene Säuren und Salze, zum Wasser gesetzt, vermindern seine Löslichkeit erheblich. Mit Eisenoxydsalz entsteht ein schwarzer Niederschlag von gerbsaurem Eisenoxyd (Tinte).

Leim, Stärkemehl, Eiweifs fällen den Gerbstoff.

Seine Salze sind sehr unbeständig, färben sich an der Luft, namentlich bei Ueberschufs von Basis. Am bekanntesten ist das durch Bleizucker in Gerbstofflösungen erzeugte gerbsaure Bleioxyd.

Mit Silberlösung gemischt, färbt er dieselbe alsbald braun, und Silber schlägt sich pulverig nieder. Säuren verlangsamen diesen Niederschlag.

Beim Kochen mit Säuren oder durch Gährung oder Fäulnifs zersetzt sich der Gerbstoff in Gallussäure und Zucker

$$C_{54}H_{22}O_{34} + 8HO = 3(C_{14}H_6O_{10}) + C_{12}H_{12}O_{12}.$$

Diese Umwandlung geht in Gerbstofflösungen nach kurzer Zeit freiwillig vor sich, deshalb müssen die Lösungen desselben immer frisch bereitet werden. Die Gerbsäure entfärbt die Jodstärke unter Bindung von Jod.

In der Photographie wird Gerbstoff weniger als Reductionsmittel als vielmehr zum Ueberziehen gewaschener Collodjodsilberplatten (Trockenplattenprocefs nach Russell) benutzt. Hierbei befördert er die Zersetzung des Jodsilbers im Licht, indem er das freiwerdende Jod chemisch bindet, er wirkt als Sensibilisator.

Gallussäure ($C_{14}H_6O_{10} + 2HO$)

entsteht in der obenerwähnten Weise durch Gährung der Gerbsäure. Sie bildet sich schon in den rohen Galläpfeln, wenn dieselben mit Wasser angefeuchtet in warmer Luft längere Zeit stehen bleiben. Kocht man diese dann mit Wasser, so scheidet sich die Gallussäure beim Erkalten in feinen seideglänzenden Nadeln ab. Sie ist in drei Theilen kochenden und 100 Theilen kalten Wassers löslich, leicht löslich in Alkohol und Aether, schmeckt zusammenziehend, fällt die Leimlösung nicht, giebt aber mit Eisenoxydsalzen eine schwarzblaue Färbung.

Die Salze der Gallussäure sind ebenso leicht zersetzbar, wie die der Gerbsäure, sie färben sich bei Ueberschufs von Basis an der Luft braun. Silberlösungen werden durch Gallussäure viel schneller reducirt als durch Gerbstoff, daher sie als Entwickler öfter benutzt wird. Beim Erhitzen auf 215° C. zersetzt sie sich in Pyrogallussäure und Kohlensäure ($C_{14}H_6O_{10} = C_{12}H_6O_6 + 2CO_2$).

Die Pyrogallussäure ($C_{12}H_6O_6$)

bildet glänzend weifse sehr leichte Nadeln, die aus dem alkoholischen Galläpfelextract durch Sublimation gewonnen werden. Sie löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Aether. Die wässerige Lösung zieht Sauerstoff aus der Luft an und färbt sich braun; sehr schnell geht dies bei Gegenwart von Alkalien. Die alkoholische Lösung hält sich sehr lange unverändert. Sie ist kaum noch eine Säure zu nennen, da sie nicht Lackmus röthet, und keine bestimmt ausgesprochenen Salze bildet. Sie färbt Eisenoxydsalze schwarzblau, auf Silberlösungen wirkt sie viel energischer reducirend als Gallussäure, daher sie als Entwickler und Verstärker vielfach Anwendung findet. Säuren verlangsamen diese Reduction. Gallussäure und Pyrogallussäure binden Jod chemisch, gerade wie Tannin, sie entfärben daher die Jodstärke und wirken auf Jodsilber sensibilisirend.

Bildträger.

Der Maler benutzt, um mit Hülfe seiner Farben ein Bild anzufertigen, einen Grund, welcher eine homogene Fläche bildet, an der die Farben leicht haften und sich bequem verarbeiten lassen. Dies ist sein Malgrund; derselbe ist entweder Papier, oder Leinwand, oder Holz, oder eine Kalkwand (Fresko). Ebenso bedarf der Photograph zur Herstellung seiner Bilder eines Untergrundes, der die lichtempfindlichen Substanzen trägt und sämmtliche chemischen Operationen mit demselben vorzunehmen gestattet. Hierher gehört Papier, Collodion, Eiweifs etc. Wir fassen diese Substanzen unter dem Namen Bildträger zusammen.

Bei den älteren Daguerreotypplatten war ein solcher Bildträger nicht nöthig; die compacte Jodsilberschicht, hergestellt durch das Räuchern einer Silberplatte in Joddämpfen, hatte in sich Stabilität genug, um als Bildfläche alle Operationen durchmachen zu können. Höchstens könnte hier die unveränderte Silberschicht der Rückseite als Bildträger angesehen werden. Anders wurde es, als man das feinzertheilte Jod-, Brom- und Chlorsilber, wie solches durch Wechselzersetzung von salpetersaurem Silberoxyd und Jod-, resp. Brom- und Chlormetallen besteht, als lichtempfindliche Substanz benutzte. Dieses bedurfte, um als ebene Fläche dem Lichte exponirt zu werden, eines Untergrundes, an oder in dem es festhaftet, und als solchen benutzte man zuerst das Papier. Man konnte das Jodsilber auf dieses einfach durch Aufstreichen befestigen, schlug jedoch gleich von

Anfang an einen praktischeren Weg ein. Man imprägnirte das Papier mit den lichtempfindlichen Salzen, indem man es erst in Jod- oder Brommetalllösung, dann in Silberlösung tauchte, und so in der Faser selbst einen Niederschlag von Jod- resp. Chlorsilber bewirkte.

So erhielt man die lichtempfindliche Substanz als zusammenhängende Fläche, die man in der Camera exponiren und dann dem Einflufs verschiedener Lösungen als Entwickelung, Verstärkung, Fixage unterwerfen konnte. Das Papier war demnach mit der erste Bildträger und ist heute noch der wichtigste im Positivprocefs. Nun ist aber schon in dem Capitel über Sensibilisatoren bemerkt worden, dafs das Papier als organische Faser auch chemisch auf die darin imprägnirten Präparate wirkt; so bewirkt es die Reduction der Eisen-, Chrom- und Uranpräparate des Höllensteins, die für sich allein im Lichte nicht zersetzbar sind. Es wirkt als Sensibilisator (s. S. 49).

Spielte das Papier nur eine mechanische Rolle, so würden kleine unorganische oder organische Beimengungen, wie Gyps, Eisensalze, Kochsalz, Leim, Fette, Harze etc., kaum einen sonderlichen Einflufs auf die photographischen Processe ausüben. Da aber seine Wirkung zugleich eine chemische ist, so ist es leicht zu erklären, dafs die erwähnten Nebenbestandtheile, die sich in jedem Papier finden, unter Umständen die photographischen Processe auf das Empfindlichste alteriren können.

Schon eine geringe Quantität solcher Beimengungen, die chemisch kaum nachweisbar ist, macht sich bei photographischen Processen bemerklich, daher mufs die Herstellung der photographischen Papiere und der photographischen Bildträger überhaupt mit der gröfsten Sorgsamkeit vorgenommen werden, um alle zufälligen Verunreinigungen zu vermeiden. Andererseits pflegt man aber auch absichtlich gewisse Substanzen der Papierfaser zuzusetzen, um die Lichtempfindlichkeit der Papiere zu steigern und den Ton und das Ansehen der darauf gefertigten Bilder zu verbessern. Die Imprägnirung dieser Stoffe kann unmittelbar in der Papierfabrik vorgenommen werden, indem man den gewünschten Stoff der Papiermasse zusetzt; dies geschieht jedoch seltener. Gewöhnlich pflegt man die fertigen Rohpapiere durch Baden in gewissen Lösungen resp. Aufstreichen zu präpariren. Wir werden später diese Präparationsmethoden speciell besprechen.

Papier blieb längere Zeit der einzige bekannte Bildträger. Seine Anwendung im Negativprocefs war seiner rauhen Textur wegen mit Uebelständen verknüpft (s. Einleitung). Niépce de St. Victor versuchte deshalb das homogenere Eiweifs als Träger des lichtempfindlichen Jodsilbers im Negativprocefs. Er stellte eine mit Jodmetallen imprägnirte Eiweifsschicht durch Eintrocknen einer jodkaliumhaltigen Eiweifslösung auf einer Glastafel her. Diese wurde in ein Silberbad

getaucht, dadurch das Jodmetall in Jodsilber übergeführt. Später probirten Archer und Fry zu demselben Zweck und in derselben Weise das Collodion, d. i. eine Auflösung von Schiefsbaumwolle in Alkoholäther, und dieses hat sich als solcher so bewährt, dafs es im Negativprocefs alle anderen Bildträger fast gänzlich verdrängt hat. Für seine Anwendung spricht die leichte Präparation, Handhabung und Haltbarkeit und der wichtige Umstand, dafs eine chemische Einwirkung des reinen Pyroxylins (des Hauptbestandtheils des Collodions) auf die lichtempfindlichen Salze nicht oder doch in geringerem Mafse stattfindet als bei Eiweifs und Papier. — Reines Pyroxylin wirkt, wie es scheint, nicht als Reductionsmittel resp. als Sensibilisator; Beimengungen fremder Körper können aber auch hier die photographischen Eigenschaften des Bildträgers auf das Wesentlichste modificiren (s. u.). Die Handhabung des Collodions als Bildträger in der Photographie ist insofern von der des Papiers verschieden, als letzteres als fertige Fläche in den Handel gebracht wird, die Collodionflächen dagegen erst durch Aufgiefsen einer Pyroxylinlösung auf eine Glastafel und Verdunstenlassen kurz vor dem Gebrauch (Trockenplatten ausgenommen) hergestellt werden.

Collodion im Negativprocefs, Papier im Positivprocefs sind unsere wichtigsten Bildträger; die Basis beider ist die

Pflanzenfaser [Cellulose] ($C_{12}H_{10}O_{10}$),

die wir zuerst betrachten wollen. Die Pflanzenfaser bildet den Hauptbestandtheil, das eigentliche Gerippe des Pflanzenkörpers und ist ihrer chemischen Zusammensetzung nach analog dem Zucker, Gummi, der Stärke, die man unter dem gemeinschaftlichen Namen der Kohlenhydrate zusammenfafst. Sie bestehen alle aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, und läfst sich die Mehrzahl derselben durch Einwirkung verschiedener Reagentien mehr oder weniger leicht in Zucker verwandeln.

Die Holzsubstanz ist keine reine Cellulose, sondern noch mit verschiedenen organischen und unorganischen Stoffen imprägnirt, z. B. Harze, Gummi, Zucker, Fettsubstanzen etc. In reinster Form findet sich die Cellulose in dem sogenannten schwedischen Filterpapier, das wie alle Papiere aus Pflanzenfasern (Leinen, Flachs etc.) angefertigt wird. Dieses enthält nur Spuren unorganischer Körper, die beim Verbrennen als Asche zurückbleiben; reicher an Asche sind die gewöhnlichen Filterpapiere, die nebenbei noch die organischen Beimengungen der Leimung enthalten. Ziemlich reine Cellulose ist ferner die Baumwolle; diese enthält nur kleine Quantitäten Harz und Fettsubstanz.

Die reine Cellulose erhält man durch aufeinander folgendes Erwärmen eines der vorhergenannten Körper (Baumwolle, Papier) mit verdünnter Kalilauge und verdünnter Chlorwasserstoffsäure und Waschen mit Wasser.

Die reine Cellulose ist unlöslich in den gewöhnlichen Lösungsmitteln, löslich in Kupferoxydammoniak. Verdünnte Säuren lösen sie beim Kochen langsam. Concentrirte Schwefelsäure löst sie in der Kälte; verdünnt man die Lösung mit Wasser, so scheidet sich ein weifser Körper aus, der sich ganz wie Stärke verhält (Amyloid), d. h. sich durch Jod blau färbt. Durch Erhitzen mit Schwefelsäure verwandelt sich die Cellulose in Zucker; Salpetersäure verwandelt sie in Oxalsäure, eine Mischung von concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure in Schiefsbaumwolle (Pyroxylin), die wir weiter unten als einen der wichtigsten Körper der photographischen Chemie sehr speciell betrachten wollen, während wir hier das der Pflanzenfaser nahe verwandte

Stärkemehl [Amylum] ($C_{12}H_{10}O_{10}$)

anreihen. Dieses findet sich in vielen Pflanzenzellen, deren Wand die Cellulose bildet, am reichlichsten in den Getreidekörnern, Kartoffeln etc. und kann aus diesen durch Quetschen unter Wasser gewonnen werden. Es bildet ein weifses, zartes Pulver, das noch etwas Eiweifs enthält, mehr oder weniger leicht zusammenbackt und in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich ist. Säuren lösen es in der Wärme, jedoch unter Zersetzung. Mit 3 procentiger Schwefelsäure erhitzt, verwandelt es sich in das lösliche Dextrin, später in Traubenzucker (Stärkezucker). Concentrirte Salpetersäure löst das Stärkemehl unter Zersetzung. Verdünnt man die Lösung mit Wasser, so fällt ein weifses Pulver, Xyloidin ($C_{12}H_9NO_4O_{10}$), nieder, dies ist Stärke, in der ein Atom Wasserstoff (H) durch ein Atom Untersalpetersäure (NO_4) ersetzt ist. Dasselbe explodirt beim Erhitzen. Mit heifsem Wasser quillt das Stärkemehl auf und bildet eine homogene dicke Masse, den Kleister, der als Klebmittel sehr allgemein Anwendung in der Photographie findet. Man erhitzt zu seiner Darstellung Wasser zum Sieden und giefst nachher unter Umrühren feinen Stärkebrei hinein, den man durch Anrühren der trockenen Stärke mit sehr wenig kaltem Wasser erhält. Die Masse wird alsbald dick und dies um so mehr, je mehr Stärke zugegossen worden ist. Die für die Praxis nöthige Consistenz lernt man leicht durch wenige Versuche kennen. Beim Kochen scheiden sich auch Eiweifskörper aus, die man am besten durch Filtriren der heifsen (noch dünnen) Masse durch Leinen entfernt. Der Kleister hält sich nur kurze Zeit. Zur längeren Präservirung hat man Alkoholzusatz empfohlen.

Mit Jod färbt sich die feuchte Stärke und der Stärkekleister intensiv blau unter Bildung von Jodstärke. Die reinste Stärke findet sich in der Pfeilwurzel. Man nennt sie Arrowroot; dasselbe liefert mit Wasser gekocht eine fast klare Lösung, während der gewöhnliche Kleister immer trübe aussieht. Man benutzt es deshalb zum Präpariren photographischer Papiere (Stärkepapier, Arrowrootpapier s. u.).

Pyroxylin.

Das Pyroxylin, ein Verwandlungsproduct der Cellulose (s. o.) wurde von Schönbein 1846 entdeckt und erregte damals unter dem Namen Schiefsbaumwolle grofses Aufsehen als Ersatzmittel des Schiefspulvers.

Das Pyroxylin ist ein Körper, den man erhält, wenn man Baumwolle, Leinen, Papier in eine Mischung von concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure eintaucht und dann sorgfältig auswäscht und trocknet. Es geht ein eigenthümlicher Procefs, der Substitutionsprocefs, von Statten, indem aus $C_{12}H_{10}O_{10}$ drei oder weniger Atome Wasserstoff (H) austreten und ersetzt werden durch Untersalpetersäure (NO_4). Die so veränderte Baumwolle hat ihre Form nicht geändert, sie fühlt sich nur etwas rauher an, zeigt aber wesentlich andere chemische Eigenschaften. Sie hat ihr Gewicht um ein Viertheil bis die Hälfte vermehrt. Sie verpufft im Feuer, sie löst sich in Essigäther, ferner in Alkoholäther auf und scheidet sich beim Verdunsten dieser Lösungen als eine glasartige Haut ab. Hierauf beruht die Anwendung des Pyroxylins in der Photographie als Bildträger. Kali löst es unter Zersetzung auf, es entstehen NO_5 und NO_3 Salze und ein organischer Stoff, der Silbersalz reducirt und zur Silberspiegelerzeugung benutzt wird.

Behandelt man das Pyroxylin mit Reductionsmitteln, z. B. Essigsäure und Eisen, so verwandelt es sich wieder in gewöhnliche Baumwolle. Von allen Eigenschaften des Pyroxylins interessiren uns hier vor allen die photographisch wichtigen, d. i. die Löslichkeit in Alkoholäther und die Fähigkeit dieser Lösung beim Verdunsten ein vollkommen homogenes, glasartig durchsichtiges Häutchen zu liefern, welches hinreichend fest ist, um Wasserstrahlen aushalten zu können, und möglichst indifferent gegen photographische Chemikalien ist.

Früher nahm man nur eine Art Pyroxylin oder Nitrocellulose an, bald aber zeigte sich, dafs Unterschiede existirten in der Löslichkeit in Alkoholäther, dafs manches Pyroxylin nicht löslich, und dafs andererseits die Lösungen desselben, die Collodien, je nach der Bereitung verschiedene Eigenschaften zeigten und die eben erwähnten Bedingungen ihrer photographischen Anwendbarkeit mehr oder weniger vollkommen erfüllten. Dies veranlafste zum näheren Studium dieser Modificationen. Hadow machte eine sehr specielle Untersuchung darüber, und beschreibt auf Grund seiner Versuche folgende vier Arten des Pyroxylins:

1) $C_{36}\left.\begin{matrix}H_{21}\\X_9\end{matrix}\right\}O_{30} = C_{12}\begin{matrix}H_7\\X_3\end{matrix}O_{10}$

2) $C_{36}\left.\begin{matrix}H_{22}\\X_8\end{matrix}\right\}O_{30}$

3) $C_{36} \left.\begin{matrix} H_{23} \\ X_7 \end{matrix}\right\} O_{30}$

4) $C_{36} \left.\begin{matrix} H_{24} \\ X_6 \end{matrix}\right\} O_{30}$

(Hadow verdreifacht hier die Formel der Cellulose. — X ist ein einfaches Zeichen für NO_4.)

Diese Verbindungen erhält man durch Eintauchen in Säuremischungen verschiedener Stärke, No. 1 in der stärksten, die anderen Nummern in schwächeren Mischungen; sie zeigen in Bezug auf ihre Explosibilität und Löslichkeit sehr bedeutsame Unterschiede.

No. 1 ist die explosibile Schiefsbaumwolle. Diese ist in Alkohol und Aether unlöslich, löslich dagegen in Essigäther, aus dem sie sich beim Verdunsten als weifses Pulver abscheidet; diese Verbindung ist für photographische Zwecke unbrauchbar, trefflich dagegen für Sprengarbeiten.

No. 2 und 3 lösen sich in Alkoholäther, selbst in absolutem Alkohol und No. 3 sogar in Eisessig. Beim Verdunsten der Alkoholätherlösung verbleibt eine durchsichtige glasartige Haut, die für photographische Zwecke trefflich geeignet ist.

No. 4 löst sich in denselben Lösungsmitteln, giebt aber beim Verdunsten eine undurchsichtige Schicht; diese ist photographisch unbrauchbar.

Photographisch anwendbar sind demnach nur die mittleren Sorten, die man durch Eintauchen in Salpetersäure von gewisser Stärke erhält; ist sie zu stark oder zu schwach, so bekommt man die Verbindung No. 1, d. i. Schiefsbaumwolle, oder No. 4, die sich in ihrer Zusammensetzung dem Xyloidin (s. o. S. 93) nähert. Die Pyroxylinsorten des Handels sind wohl nur selten einfache Verbindungen, und meist Gemenge der oben beschriebenen.

Wie aber die gewöhnliche Cellulose bei unveränderter Zusammensetzung grofse physikalische Differenzen zeigt (man vergleiche Baumwolle, Leinen, Sammet, Holz, Papier etc.), so sind auch die physikalischen Eigenschaften des Pyroxylins und des daraus bereiteten Collodions sehr verschieden. Bevor wir auf die Fabrikation des Pyroxylins selbst eingehen, müssen wir diese Verhältnisse eingehender besprechen. Hier ist von Einflufs

1) die Verschiedenheit des Rohmaterials.

Unter den verschiedenen Formen der Cellulose — Papier — Leinen — Baumwolle — benutzt man am meisten die letztere zur Herstellung des Pyroxylins, und nennt deshalb das fertige Product gewöhnlich Collodionwolle oder kurz Wolle. Nun sind aber die Baumwollensorten verschiedener Länder sehr verschieden, oft schon dem Ansehen nach (chinesische Baumwolle sieht z. B. gelb aus). Sie enthalten mehr oder weniger Harz, das bei der Berührung mit Säuren Stoffe erzeugt, die wohl auf die Eigenschaften des Collodions influiren

können. Man kann dieses durch Waschen mit verdünntem Alkali entfernen. Dann sind sie mehr oder weniger wasserhaltig, werden also dadurch die angewendete Säure mehr oder weniger verdünnen, weshalb man sie *vor* dem Abwägen künstlich trocknen mufs.

Leinenpyroxylin giebt ein flüssigeres Collodion als *Kattunpyroxylin*; *Papier* ein sehr verschiedenes, je nach Art der Lumpen. — Neuerdings wurde das Papierpyroxylin unter dem Namen Pyropapier als Spielerei in den Handel gebracht. Herr Nickel benutzte dasselbe versuchsweise zur Herstellung eines Collodions und erhielt ein treffliches Präparat (s. Photogr. Mitth. I. S. 110). Auch Liesegang empfiehlt neuerdings Papierpyroxylin (s. u.). — In starker Säure giebt Kattun ein flüssiges, Baumwolle ein *schleimiges* Collodion; in schwacher Säure giebt *Baumwolle* ein gutes Präparat; Kattun löst sich darin auf.

Ferner kommt bei der Pyroxylinfabrikation in Betracht:

2) *die Nebenwirkung der Salpetersäure und Schwefelsäure auf die Holzfaser.*

Die wichtigste Wirkung ist die von Gaine entdeckte *Pergamentisirung.*

Taucht man nämlich gewöhnliches ungeleimtes Papier einige Secunden in etwas verdünnte Schwefelsäure (5—20 Secunden in 1 Pfd. SO, verdünnt mit 4 Loth HO), so schrumpft es ein und bildet alsdann, *sorgfältig* ausgewaschen und getrocknet, eine durchscheinende, dem gewöhnlichen Pergament ähnliche hornartige Masse, die nicht von Flüssigkeiten durchdringbar ist, in Wasser *nicht* erweicht, und eine fünfmal gröfsere Festigkeit besitzt, als gewöhnliches Papier. Dabei geht keine chemische Aenderung des Papiers vor. Taucht man nun solches Pergament in concentrirte Salpeterschwefelsäure, so wird es in Pyroxylin verwandelt wie *gewöhnliches* Papier. Das damit erzeugte Collodion *besitzt aber die Zähigkeit und feste Textur des Pergaments selber.* (*Hardwich*).

Ferner zeigt diese vorher pergamentisirte Faser eine leichtere Löslichkeit in Alkoholäther als gewöhnliches Pyroxylin. — Wirkt Schwefelsäure zu lange auf Cellulose, so wird diese in ein stärke- oder gummiartiges Product übergeführt, und bildet dann mit Salpetersäure Xyloidin, welches keine feste, sondern eine pulverige, mürbe Collodionschicht giebt.

Es ist offenbar, dafs solche Wirkungen auch bei der Bereitung der Collodionwolle eintreten, je nach dem Verdünnungsgrade, der Temperatur und dem Schwefelsäuregehalt in gröfserem oder geringerem Mafsstabe, und dafs danach die physikalischen Eigenschaften des Collodions wesentlich verschieden sind.

Auf fertiges Pyroxylin wirkt die Schwefelsäure *nicht* mehr ein.

Eine andere nicht vortheilhafte Wirkung hat die *Salpetersäure.* Diese verändert nämlich zunächst die Holzfaser, indem sie dieselbe *aufzulösen strebt. Verdünnte warme* wirkt hier stärker als concentrirte kalte. Das wird jedoch durch die Gegenwart der Schwefelsäure verhindert. Aber auch auf fertiges Pyroxylin wirkt die Salpetersäure. Erhitzt man starke Salpetersäure auf 66° und taucht Pyroxylin hinein, so wird dieses schwieriger löslich in Aether und Alkohol, erstarrt schwer und giebt eine mürbe poröse Schicht, die unter dem geringsten Wasserstrahl reifst.

Es ist daher nothwendig, die Wolle aus der Säuremischung zu entfernen, sobald die Verwandlung in Pyroxylin vor sich gegangen ist, sonst sind derartige secundäre Wirkungen unvermeidlich.

Wichtig ist nun auch 3) der Wassergehalt der Säuremischung. Sehr concentrirte Säuren geben eine explosive unlösliche Wolle, verdünntere eine mehr xyloidinartige Verbindung. Taucht man eine Portion Baumwolle in die Säuremischung, so wird folgende chemische Zersetzung vor sich gehen:

$$C_{12}H_{10}O_{10} + NO_5 = C_{12}\left.\begin{matrix}H_9\\NO_4\end{matrix}\right\}O_{10} + HO.$$

Es wird also, selbst wenn alle Materialien absolut wasserfrei wären, Wasser bei der Bereitung gebildet, also die Säure verdünnt; taucht man daher eine zweite Portion Wolle in die schon einmal gebrauchte Säure, so erhält man ein ganz anderes Product; daher soll man dieselbe Säuremischung nur einmal benutzen. Verdünnte Säuren haben eine Tendenz, das Pyroxylin aufzulösen. Dafs auch der Wassergehalt der Baumwolle hier von Einflufs ist, haben wir bereits erwähnt.

Eine bedeutende Wirkung übt ferner 4) die Temperatur der Säuremischung aus. Eine Erhöhung der Temperatur ist entschieden vortheilhaft, manche Säuremischung giebt oft kalt ein explodirendes Pyroxylin und ein dickes, schwer lösliches, schleimiges Collodion, warm dagegen ein dünnes, gut fliefsendes und leicht lösliches Collodion. Erwärmung hat deshalb eine ähnliche Wirkung wie Verdünnung. In der Regel nimmt man eine Temperatur von 66° C., die man 10 Minuten auf die Wolle wirken läfst (s. u.).

Auffallender noch als auf die physikalischen wirken die erwähnten Umstände auf die photographischen Eigenschaften des fertigen Pyroxylins resp. des daraus hergestellten Collodions ein.

So giebt ein mit Ueberschufs von Schwefelsäure bereitetes pergamentisirtes Collodion sehr intensive Bilder. Man vermuthet, dafs dies durch einen dextrinartigen Stoff bewirkt wird, der durch Schwefelsäure gebildet wird. Ebenso ist der Wassergehalt der Säure von Einflufs, insofern als bei steigender Menge desselben ein Collodion resultirt, welches minder intensiv wirkt (Hardwich). Gleich nachtheilig wirkt hohe Temperatur; die Empfindlichkeit des resultirenden Collodions gegen dunkle Strahlen wird dadurch vermindert. Bei niederer Temperatur bereitetes ist in seinen physikalischen Eigenschaften nicht so gut, photographisch aber empfindlicher.

Nach dieser Betrachtung der Wirkung der verschiedenen bei der Pyroxylinbereitung in Action tretenden Kräfte und Stoffe können wir nun zu der Beschreibung der jetzt üblichen Bereitungsmethoden selbst übergehen. Wir halten uns dabei vorzugsweise an Hardwich, dem zuverlässigsten und erfahrensten Mann auf diesem Gebiete.

Das nächste ist die Vorbereitung der Baumwolle. Um das Harz aus derselben (s. o.) zu entfernen, kocht man sie in einer Lösung von 1 Th. Kali in 80 Th. Wasser, wäscht und trocknet sie. Im Allgemeinen pflegt man entweder eine Mischung von Schwefelsäure und Salpeter oder eine Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure zur Pyroxylinisirung anzuwenden. Letztere Methode ist die gewöhnliche, erstere empfiehlt sich insofern, als man die Zusammensetzung besser control-

liren kann, indem Salpeter wohl getrocknet und gepulvert, immer eine gleichmäſsige Mischung darstellt. Man nimmt:

6	Th.	englische Schwefelsäure,
$3\frac{1}{2}$	-	Salpeter,
1	-	Wasser,
$\frac{1}{8}$	-	Baumwolle.

Man rührt die Mischung so lange um, bis sie eine gleichmäſsige dicke Flüssigkeit bildet, taucht ein Thermometer hinein, und wenn das Ganze 63 bis 66° steht, thut man die Baumwolle zu, die in Flocken gegen die Wandungen der Tasse gedrückt wird. Kälter als 60° soll die Mischung nicht werden. Wenn alles eingetragen, läſst man 10 Minuten stehen, gieſst die Säure ab, drückt aus und wirft die Wolle in kaltes Wasser, bewegt sie hin und her, bis sie sich kalt anfühlt; wäscht in flieſsendem Wasser stundenlang, preſst aus und läſst sie trocknen. Statt Salpeter wenden Fabriken lieber Salpetersäure an. Man nimmt nach Hardwich:

englische Schwefelsäure (spec. Gew. 1,845)	18 Th.,
Salpetersäure (spec. Gew. 1,45)	6 -
Wasser	5 -
Baumwolle	$\frac{5}{8}$ -

Wenn man diese Säuren mischt, so entsteht Temperaturerhöhung bis 70 oder 80° C. Man läſst sie sinken bis 60 — 66°, dann taucht man die Baumwolle in 10 einzelnen Portionen ein, die man vorher getrocknet und gewogen bereit hält, stöſst unter und drückt gegen die Wand des Gefäſses. Herausragen ist zu vermeiden wegen der sonst leicht eintretenden Entwicklung rother Dämpfe. Am besten nimmt man die Arbeit in einem tiefen Porzellangefäſs oder einem Becherglase vor und rührt während des Eintauchens gut um. Hardwich räth nicht mehr als 18 Gramm auf einmal zu bereiten, da sonst der zuerst eingetauchte Theil leicht zersetzt wird. Fabriken nehmen jedoch bedeutend gröſsere Quantitäten auf einmal in Arbeit. Man läſst die Wolle 10 Minuten in der Säure. Die Pyroxylinisirung ist schon in 5 Minuten beendet, doch wird bei längerem Verweilen das resultirende Collodion flüssiger, giebt dann nicht mehr Streifen, trocknet nicht so rasch und stöſst den Entwickler nicht ab. Nach Beendigung gieſst man entweder die Säure ab und drückt im Gefäſs aus oder nimmt die Wolle heraus, drückt sie in der Schaale aus und wäscht sie dann in Wasser unter wiederholtem Drücken und Zerzupfen.

Die übrig bleibende Säuremischung kann man nach Verdünnen mit 1,8 Th. Schwefelsäure noch einmal benutzen. Man nimmt dann nur halb so viel Baumwolle wie oben. Jedenfalls arbeitet diese bereits einmal gebrauchte Mischung nicht so gut wie die frische. Zum vollständigen Waschen der Wolle sind 24 Stunden erforderlich und ist ein Gehalt des Waschwassers an kohlensaurem Kalk sehr vortheilhaft. Man

soll keine Alkalien zum Neutralisiren der Säure nehmen, weil diese das Pyroxylin leicht zersetzen. Schliefslich wird das Ganze bei 30° durch Dampf auf einem Tuche getrocknet.

Ein erfahrener Operateur kann nach Hardwich schon beim Herausnehmen aus der Säure einen Schlufs ziehen auf die Qualität der Wolle. Ist deren Quantität gering, das Ganze sehr mürbe, so dafs kleine Stücke sich ablösen und in der Säure bleiben, so war die Temperatur zu hoch oder die Säuren zu schwach. Ist dagegen die Menge bedeutend, hält sie gut zusammen, so ist die Temperatur zu niedrig oder die Säuren zu stark.

Aehnliches zeigt sich beim Trocknen auf dem Tuche, wo man alle wenig veränderten Stücke hinauswerfen kann. Das Trocknen dauert 2 bis 3 Tage, zum Schlufs wendet man Dampf an.

Die Gewichtszunahme des Products ist ein Mafsstab für die Beurtheilung der Güte der Wolle. Ist diese gleich $\frac{1}{2}$, so wird das Collodion dick und streifig. Man mufs dann $\frac{1}{2}$ Theil Wasser mehr zu den Säuren setzen. Ist das Gewicht gleich dem der Baumwolle, so löst sich das Ganze unvollständig, giebt ein sehr gutes Collodion, das jedoch sehr zu Flecken geneigt ist. Am günstigsten ist eine Gewichtsvermehrung um $\frac{1}{4}$.

Ueber Anfertigung des Papierpyroxylins (s. o. S. 96) veröffentlicht Liesegang einige interessante Daten, die wir hier folgen lassen:

30 Gr. Seidenpapier wurden in Streifen geschnitten und in eine Mischung von 250 Cubikcent. Schwefelsäure und 250 Cubikcent. Salpetersäure bei 66° C. 15 Minuten lang eingetaucht, dann gewaschen und getrocknet. In die schon einmal gebrauchte Säuremischung wurden dann noch 15 Gr. Papier eine Stunde lang getaucht, dann ein Theil herausgenommen und der Rest noch 6 Tage in der Mischung gelassen. Alle drei Proben lösten sich in Alkoholäther vortrefflich. Ebenso gaben 250 Gr. Seidenpapier in eine Mischung von 2 Liter Salpetersäure von 1,4 sp. G. und 2 Liter Schwefelsäure 12 Stunden lang getaucht, ein vortreffliches Präparat.

Die Herstellung dieses Papierpyroxylins ist nach Liesegang viel einfacher und sicherer, als die des Baumwollpyroxylins; Papier läfst sich leichter zerschneiden, führt keine Luft mit in die Mischung, läfst sich besser waschen, kurz ist in jeder Hinsicht handlicher und dabei billiger als Baumwolle. Man braucht nicht so ängstlich die Temperatur der Mischung zu beachten und kann dieselbe Mischung auch zweimal benutzen. Im letztern Falle läfst man das Papier so lange in der Säure, bis eine Probe sich nach dem Auswaschen vollkommen in Alkoholäther löst. Das aus dem Papier bereitete Collodion soll sich durch grofse Flüssigkeit und Abwesenheit von Wolken auszeichnen.

Rohcollodion.

Das Pyroxylin ist, wie schon gesagt, in verschiedenen Lösungsmitteln löslich, so z. B. auch in Essigäther. Beim Verdampfen dieser Lösung bleibt es als weifses Pulver zurück.

Das beste photographische Lösungsmittel ist eine Mischung von Alkohol und Aether, aus welchen sich das Pyroxylin beim Ver-

dunsten als glasartige durchsichtige Haut ausscheidet. Die Eigenschaften dieser Haut variiren nun nicht nur mit den Eigenschaften der angewendeten Wolle, sondern auch mit den Eigenschaften der angewendeten Lösungsmittel. Je rascher diese verdunsten, desto fester wird die feuchte Schicht, je langsamer, desto mürber.

Bei Aetherüberschufs wird daher diese Schicht stark und cohärent, zieht sich sehr leicht zusammen und haftet weniger leicht am Glas, so dafs man sie oft ohne Zerreifsen abziehen kann.

Bei Alkoholüberschufs ist die Schicht zart und leicht zerreifsbar, noch stärker tritt dies bei Wassergehalt hervor. Setzt man zu gutem Collodion einige Tropfen Wasser, so wird ein Niederschlag entstehen, der sich beim Umschütteln wieder löst. Das Collodion ist nun schleimig und die Haut halb undurchsichtig, netzartig und sehr mürbe. Dieselben Fehler werden bei Anwendung eines wasserreichen Alkohols eintreten. Um diesem Mangel zu begegnen, mufs man die Menge des Aethers vermehren. Hier tritt jedoch der Uebelstand ein, dafs beim Gebrauch eines solchen Collodions der Aether allmählich verdunstet und der Rückstand wieder mürbe Schichten giebt. Solches Collodion kann man durch erneuten Zusatz von Aether wieder verbessern. Wieviel Alkohol und Aether man nehmen soll, hängt von dem Rohmaterial ab. Für eine Wolle, welche ein zu lockeres, schleimiges Häutchen zu geben geneigt ist, nehme man viel Aether und $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{12}$ Alkohol; für eine in hoher Temperatur und schwefelsäurereicher Mischung angefertigte Collodionwolle, welche ein sehr festes structurloses, schnell trocknendes und sich leicht zusammenziehendes Häutchen liefert, d. h. für pergamentartiges Collodion nehme man mehr Alkohol als Aether.

Wichtig ist die Stärke des Alkohols. Derselbe mufs für schleimiges Collodion absolut sein, während er für das pergamentische Wasser enthalten kann. Hardwich empfiehlt für das letztere, falls der Alkohol absolut ist, 2 Alkohol und 1 Aether.

Für heifse Jahreszeiten ist ein alkoholreiches Collodion vortheilhaft, da dasselbe sonst zu rasch trocknet. Sutton hat für heifse Gegenden eine Wolle, die schon in reinem Alkohol löslich ist, das sogenannte Alkolen empfohlen. Dieselbe wird bei hoher Temperatur verfertigt (bis 80° C.). Der Alkohol wirkt nach Hardwich jedoch nicht blofs physikalisch, sondern auch photographisch. Er vermehrt sowohl die Empfindlichkeit als auch die Intensität. Die erstere wird nur bis zu einer gewissen Grenze durch Alkoholzusatz vermehrt; wird über diese Grenze hinaus noch mehr Alkohol zugesetzt, so tritt wieder Verminderung ein. Anders ist es mit der Intensität, die namentlich bei warmem Wetter bei ätherreichem Collodion sehr schwach ist. Jedenfalls spielt hier die Porosität der Schicht eine Rolle.

In Deutschland nimmt man gewöhnlich zum Rohcollodion $\frac{1}{2}$ Al-

kohol und ½ Aether. Beide müssen frei von ätherischen Oelen und neutral sein. Man wiegt die Wolle ab, z. B. 20 Gramme, und giefst darauf 500 Gramme Alkohol von mindestens 95°, noch besser absoluten, und wenn die Wolle vollständig mit Alkohol durchfeuchtet ist, giefst man 500 Gramme Aether hinzu (sp. G. 0,725). Man schüttelt dann gut um, bis alles gelöst ist, und stellt das Collodion eine Woche an einen kühlen Ort zum Klären, dann giefst man es ab. Will man ein dickes Collodion, so nimmt man 25 Gr. Wolle, für ein dünnes 15 Gr. In Deutschland pflegen die Fabrikanten photographischer Chemikalien Rohcollodien von 2 und 4 pCt. Gehalt an Collodionwolle vorräthig zu halten. Ersteres dient für die gewöhnlichen Collodien. Von letzterem nimmt man je nach der Consistenz, die man wünscht. Man prüfe nach der Auflösung auf die Neutralität mittelst Lackmus. Sollte es sauer sein, so neutralisire man mittelst einer Prise reinen kohlensauren Natrons.

Das Collodion selbst mufs im Dunkeln in wohlverstopften Flaschen aufbewahrt werden. Es hält sich hier je nach der Bereitung mehr oder weniger lange. Die Haltbarkeit ist abhängig von der Natur der Wolle.

In hoher Temperatur bereitetes oder aus alten Leinen gemachtes halbzersetztes Pyroxylin hält sich nicht lange, wenn es auch anfangs gut arbeitet. Um das Rohcollodion auf seine Haltbarkeit zu prüfen, schüttelt man es mit trocknem kohlensauren Kali; damit mufs es, falls es gut ist, die ersten 2 Stunden farblos bleiben. Färbt es sich schnell braun, so ist es nicht sehr dauerhaft.

Auch der Aether wirkt auf die Haltbarkeit. Derselbe ist öfter ozonosirt und macht dann aus den zugesetzten Jodmetallen Jod frei. Das Collodion wirkt damit anfangs intensiv, aber nicht lange. Dann giebt er bei der Oxydation leicht Aldehyd und Essigsäure, die ebenfalls nachtheilig wirken.

Jodirungssalze.

Behufs der Anwendung des Rohcollodions als Bildträger für die lichtempfindlichen Silbersalze kann man dasselbe unmittelbar mit diesen Salzen versetzen, die dann vermöge der schleimigen Eigenschaft des Collodions darin suspendirt bleiben. Dies geschieht jedoch selten. Man pflegt lieber das Jodsilber und Bromsilber, welches die lichtempfindliche Schicht bildet, in der Collodionhaut selbst zu erzeugen, indem man das Rohcollodion mit Jod- und Brommetallen versetzt und die damit hergestellte Collodionhaut in Silberlösung taucht. Hier wird alsdann durch Wechselzersetzung in der Haut selbst Jod- und Bromsilber niedergeschlagen. Man nennt dieses Versetzen des Rohcollodions mit Jod- und Brommetallen das „Jodiren", die angewendeten Salze „Jodirungssalze" uud das damit versetzte Collodion

selbst „jodirtes Collodion“ (ein Ausdruck, der insofern unlogisch ist, als nicht allein Jod-, sondern auch Brommetalle zum Versetzen des Collodions gebraucht werden)*). Wir wollen nun im Folgenden die Eigenschaften der Jodirungssalze, sowie des jodirten Collodions näher betrachten**). — Es ist offenbar, dafs von den zahlreichen Jod- und Brommetallen nur solche zum Versetzen des Collodions benutzt werden können, welche in Alkohol und Aether löslich sind. Dieser Bedingung genügen nur wenige. Man wendet an:

Jodkalium — Bromkalium,
Jodnatrium — Bromnatrium,
Jodlithium — Bromlithium,
Jodammonium — Bromammonium,
Jodcalcium — Bromcalcium,
Jodzink — Bromzink,
Jodcadmium — Bromcadmium,
Jodeisen — Bromeisen.

Die Calcium-, Zink- und Eisensalze der Art werden nur selten angewendet.

Jodkalium (KJ),
Atomgewicht = 166,12,

ist ein wasserfreies, in Würfeln krystallisirendes Salz, welches leicht in der Glühhitze schmilzt, bei höherer Temperatur verdampft und sehr leicht löslich in Wasser ist; bei 12° C. löst sich ein Theil Jodkalium in 0,735 Wasser. Die Jodkaliumlösung löst Jod in beträchtlicher Menge auf. Alkohol löst es nur schwer, 1 Th. KJ erfordert 40—60 Th. starken Alkohols, nach Hardwich sogar 180 Th. absoluten Alkohols. Es ist zuweilen mit Kohlensäure, Jodsäure, Schwefelsäure und Chlorkalium verunreinigt; Fehler, die man mit Reagentien leicht entdecken kann. Kohlensäure verräth sich durch Brausen bei Aufgiefsen verdünnter Säure, Jodsäure durch Gelbfärbung der Lösung bei Zusatz verdünnter Schwefelsäure. Schwefelsäure entdeckt man leicht durch Barytsalzlösung, die damit einen weifsen in HCl unlöslichen Niederschlag erzeugt. Chlor ist schwieriger nachzuweisen. Man findet es, wenn man das Jodkalium mit Silbersalz niederschlägt, den Niederschlag mit Ammoniak behandelt, welcher das Chlorsilber löst. Aus dieser Lösung fällt es durch Versetzen mit Salpetersäure als weifser Niederschlag. (Diese Prüfungen

---

*) Der Grund, warum man neben Jodsalzen auch Bromsalze im Collodion anwendet, wird weiter unten erörtert werden.

**) Von Rechts wegen gehört die Beschreibung der Jod- und Brommetalle in die Betrachtung der Salze. Ihr gemeinschaftlicher Zweck macht aber ihre gemeinschaftliche Beschreibung in einem gesonderten Capitel nothwendig. Wir ersparen so dem Leser das mühsame Umhersuchen unter den verschiedenen Rubriken: Kali, Natron, Ammoniumsalze etc.

auf Verunreinigungen des Jodkaliums sind auch bei Untersuchung der Reinheit aller übrigen Jodirungssalze anwendbar.) Neuerdings wird das Jodkalium sehr rein in den Handel gebracht, was man leider von den übrigen Jodirungssalzen nicht sagen kann. Im festen Zustande verändert es sich nicht im Licht, in HO gelöst, wird es aber im Licht bald gelb gefärbt unter Freiwerden von Jod. Es reagirt alkalisch. Gelöst in 5 bis 10 HO ist keine Reaction bemerkbar; ein festes Stück, mit HO befeuchtet, auf violettes Lackmuspapier, färbt dasselbe nach kurzer Zeit weinroth. (Dafs diese Färbung nicht gleich anfangs eintritt, liegt vielleicht in einer Zersetzung.) Nach Hardwich soll auch das reine Salz sich im Licht färben. Geschieht dies nicht, so soll freies Alkali vorhanden sein. Man reinigt es durch siedenden Alkohol, in dem das kohlensaure, jodsaure und schwefelsaure Kali unlöslich sind. Man stellt das Jodkalium jetzt meistens aus Jodeisen dar, indem man eine Lösung desselben mit kohlensaurem Kali versetzt; es fällt dann Eisencarbonat nieder, während Jodkalium in Lösung bleibt und zum Krystallisiren gebracht werden kann. Alle Verunreinigungen des angewendeten Kalisalzes gehen hierbei in das fertige Präparat über.

Bromkalium,

Atomgewicht = 119,12,

krystallisirt wasserfrei wie das Jodkalium in Würfeln, ist luftbeständig, schmilzt in der Glühhitze, ist sehr leicht löslich in Wasser, doch sehr schwer löslich in Alkohol, so dafs es sich bei doppelter Zersetzung ausscheidet, wenn eine gesättigte alkoholische Jodkaliumlösung mit der Lösung eines Brommetalles z. B. Bromcadmium ersetzt wird. Nach Hardwich löst eine Unze Collodion, welches $4\frac{1}{2}$ Aether und $3\frac{1}{2}$ Alkohol enthält, nur $\frac{1}{4}$ Gran Bromkalium auf. KBr gelöst in 10 Th. Wasser, reagirt neutral, in festen Stücken mit Wasser befeuchtet, auf Lackmuspapier gelegt, aber deutlich alkalisch.

Die schwierige Löslichkeit des Jodkaliums und Bromkaliums in Alkohol erschwert ihre Anwendung zur Jodirung des Collodions. Nicht selten ereignet es sich, dafs diese Salze aus dem Collodion bei niederer Temperatur auskrystallisiren, dadurch Niederschläge bilden und in der photographischen Praxis Flecke veranlassen; Verfasser wendet sie deshalb nur ausnahmsweise an. Zur Darstellung des Bromkaliums kann man denselben Weg wie zur Darstellung des Jodkaliums benutzen*).

*) Es würde über die Grenzen dieses Lehrbuchs hinausgehen, die speciellen Herstellungsmethoden der verschiedenen Chemikalien zu erläutern. Wer sich in dieser Hinsicht zu belehren wünscht, den verweisen wir auf Graham, Otto, Lehrbuch der Chemie.

Jodnatrium ($NaJ + 4HO$),

Atomgewicht = 186,

krystallisirt mit 4 Atomen Wasser in kleinen Spieſsen und verwittert an der Luft. Es löst sich sehr leicht in Wasser und ziemlich leicht in Alkohol; 100 Th. Alkohol von 95° lösen bei 15° C. 8,33 Th. Jodnatrium*). Dieser leichten Löslichkeit in Alkohol wegen ist es dem Jodkalium als Jodirungssalz vorzuziehen. In seinen übrigen Eigenschaften ist es dem Jodkalium ähnlich. Manches im Handel vorkommende NaJ ist fast wasserfrei.

Bromnatrium ($NaBr + 4HO$),

Atomgewicht = 139,

kommt ebenfalls in wasserhaltigen Krystallen im Handel vor, die luftbeständig sind und sich im Wasser leicht, in Alkohol nur schwer lösen, jedoch leichter als das Bromkalium. Die Löslichkeit des reinen Salzes ist nicht bekannt. Bei Gegenwart von Jodcadmium lösen 100 Th. Alkohol von 95 $\frac{0}{0}$ (je nach dem Cadmiumgehalt) 0,8 bis 1,3 Jodnatrium*).

Leider kommen Jodnatrium wie Bromnatrium oft sehr unrein im Handel vor und veranlassen dadurch bei der Anwendung in der Photographie manche Unzuträglichkeiten. Ihre Verunreinigungen sind auf dieselbe Weise zu entdecken, wie beim Jodkalium angeführt wurde.

Jodammonium (NH_4J),

Atomgewicht = 145,

ist ein sehr unbeständiges Salz, das schon halb zersetzt in den Handel kommt, indem es leicht Jod abgiebt und dadurch gelb wird. Es ist frisch alkalisch, in Alkohol viel leichter löslich als KJ und NaJ, zerflieſslich und muſs an einem dunkeln Orte aufbewahrt werden. Häufig ist es mit $AmOCO_2$ und SO_3 verunreinigt. Die gelbe Masse macht man wieder weiſs durch Schütteln mit Aether oder durch einen Tropfen Schwefelammonium; seine leichte Löslichkeit in Alkohol hat seine allgemeine Anwendung in der Photographie veranlaſst.

Bromammonium (NH_4Br),

Atomgewicht = 98,

läſst sich direct durch Einwirkung von Brom auf Ammoniakgas darstellen, es entweicht dabei Stickstoff und NH_4Br bleibt zurück. Es ist beständigeres Salz als NH_4J und leichter löslich in Alkohol wie KJ und NaJ. 100 Th. Alkohol von 95° lösen 3 Th. NH_4Br.

Jodlithium ($LiJ + 6HO$)

enthält nach Rammelsberg 6 Aequ. Wasser, zerflieſst und färbt sich gelb an der Luft und ist leicht löslich in HO und Alkohol. Es wird nur selten zur Jodirung angewendet.

---

*) S. Photogr. Mittheilungen, III. Jahrg. S. 40.

Bromlithium (LiBr?)

ist auf seine Eigenschaften noch wenig untersucht. Es ist wie LiJ leicht löslich in Alkohol und wird wie dieses nur ausnahmsweise angewendet.

Jodcalcium (CaJ) und Bromcalcium (CaBr)

bilden in Alkohol leicht lösliche, zerfliefsliche Salze, welche an der Luft leicht unter Ausscheidung von kohlensaurem Kalk zersetzt werden.

Jodzink und Bromzink

können ähnlich dem Jod- und Bromeisen, dem Jod- und Bromcadmium durch Einwirkung von Jod resp. Brom auf die zerkleinerten Metalle unter Wasser erhalten werden.

Beide bilden weifse Krystalle, die an der Luft zerfliefsen, in Wasser und Alkohol löslich sind und leicht zersetzbar sind. Sie werden wenig angewendet. Interessant ist die Neigung des ZnJ, Doppelsalze zu bilden. Wir erwähnen das $NH_4J + ZnJ$ und $KaJ + 2ZnJ$.

Jodcadmium (CdJ),

Atomgewicht = 182,7,

bildet sich beim Erwärmen von Cd-Blech mit Jod und Wasser; die Lösung giebt beim Verdampfen grofse sechsseitige Tafeln. Es ist schmelzbar und wasserfrei, wird durch Einwirkung des Lichtes leicht gelb, ist leicht löslich in Alkohol und Wasser, bildet perlmutterglänzende Blättchen, reagirt in Lösung sauer und ist luftbeständig. Es bildet leicht Doppelsalze:

$KaJ, CdJ + 2HO$
$AmJ, CdJ + 2HO$ } nach Croft.
$NaJ, CdJ + 6HO$

Mit Cadmiumoxyd vereinigt es sich zu einem Oxyjodür, das durch Alkohol zersetzt wird.

Bromcadmium ($CdBr + 4HO$),

Atomgewicht = 171,7,

wird ebenso wie Jodcadmium erhalten, krystallisirt mit 4 Aequ. Wasser in Nadeln, die an der Luft verwittern. Es ist leicht löslich in Wasser und Alkohol, schmilzt und sublimirt in hoher Temperatur. Es bildet wie das Jodcadmium leicht Doppelsalze:

$KBr + 2CdBr + HO$, ferner $KaBr + CdBr$ und
$NaBr + 2CdBr + 5HO$ (Croft).

Diese Doppelsalze sind noch nicht genauer untersucht, doch lassen Erfahrungen aus der photographischen Praxis schliefsen, dafs sie sich durch leichtere Löslichkeit in Alkohol und durch gröfsere Beständigkeit als ihre Componenten auszeichnen; daher wendet man

gern Mischungen von Cadmium- und Alkalisalzen zum Jodiren der Collodien an. Von allen Jodirungssalzen sind die Cadmiumsalze im Collodion die beständigsten. Man würde sie ausschliefslich anwenden, wenn ihre saure Reaction nicht die Empfindlichkeit des Präparats ein wenig beeinträchtigte.

Wirkung der Jodirungssalze.

Wenn man verschiedene Collodien mit verschiedenen Jodirungssalzen in äquivalenten Mengen versetzt, so findet man in ihrem Verhalten sehr merkbare Unterschiede, die man a priori nicht vermuthen sollte und die sich einerseits auf die Flüssigkeit, andrerseits auf die Haltbarkeit, ferner auf die Empfindlichkeit des Präparats erstrecken. Hier sind zunächst von Wichtigkeit 1) die physikalischen Wirkungen, die die Salze auf das Collodion ausüben. Man hat nämlich gefunden, dafs die alkalischen Jodirungssalze (Kali-, Natron-, Ammonium- und Lithionsalze) das Collodion dünnflüssig machen, die übrigen (CdJ, ZnJ, CdBr) dickflüssig. (Im ersten Augenblicke wird manches mit Ueberschufs von Schwefelsäure bereitete Collodion durch Jodkaliumzusatz dickflüssig, dann schnell dünnflüssig.)

Eine ähnliche, dünnflüssig machende Wirkung zeigen kohlensaure Alkalien, die öfter den Jodirungssalzen beigemischt sind. Sauer reagirende Salze giebt es nur vier in der Photographie, Jod- und Bromcadmium und Jod- und Bromzink. Die übrigen oben genannten reagiren alkalisch. Daraus folgt von selbst, dafs man für erstere ein dünneres, für letztere ein dickeres Collodion zur Auflösung wählen mufs, d. h. ein mehr oder weniger an Schiefsbaumwolle reiches.

2) Die Haltbarkeit. In Bezug hierauf steht das mit Cadmiumsalzen versetzte Collodion obenan. Dieses hält sich sehr lange, ohne gelb zu werden, während alkalische Jodsalze in alkoholischer Lösung sich schnell zersetzen und das Collodion gelb und endlich roth färben und zugleich dünnflüssig machen. Das unbeständigste Salz der Art ist das Ammonium, dann folgt Jodlithium und endlich Jodkalium. Die Brommetalle zersetzen sich viel weniger leicht. Die Ursache dieser Rothfärbung ist eine Oxydation der Alkalimetalle, einerseits durch Ozon, der im Aether häufig enthalten ist, andrerseits durch die Untersalpetersäure des Pyroxylins. Häufig ist hieran auch die Unreinheit der Salze schuld, die kohlensaure Alkalien etc. enthalten. Die Haltbarkeit des Collodions wird erhöht, wenn man nicht ein, sondern mehrere Jodirungssalze gemischt verwendet. Es entstehen dabei jedenfalls Doppelsalze, welche der Zersetzung länger Widerstand leisten, (s. o. unter Jodcadmium). In ähnlicher Weise wirkt Bromsalz vor-

theilhaft auf die Haltbarkeit (Hardwich). Namentlich ist es bei jodammoniumhaltigen Collodien von guter Wirkung*).

3) Ein dritter Punkt ist die Löslichkeit der Salze. So ist Jodkalium nur sehr schwer löslich, kann deshalb nur unter besonderen Bedingungen angewendet werden. Ein Collodion, was gleiche Theile Aether und Alkohol enthält (letzterer von 0,816), verträgt auf 120 Th. 1 Th. Jodkalium (Hardwich). Fügt man aber Jodcadmium hinzu, so entsteht ein löslicheres Doppelsalz, das nahezu aus gleichen Gewichtstheilen beider Salze besteht. Noch schwerer löslich ist Bromkalium. Collodion, was $4\frac{1}{2}$ Aether auf $3\frac{1}{2}$ Alkohol enthält, verträgt nur $\frac{1}{4}$ Gr. Bromkalium per Unze (Hardwich). Deshalb entsteht leicht ein Niederschlag, wenn man zu Jodcadmiumcollodion Bromcadmium setzt. Das ist ein zweiter Grund, die KJ-Jodirung zu verwerfen und lieber die leichter löslichen Natron- und Ammoniumsalze anzuwenden.

Leicht löslich ist das LiJ und NH_4J, doch wegen ihrer Zersetzbarkeit nicht lange haltbar, auch schwerer rein zu erhalten. Von Bromsalzen ist das löslichste und beste Bromcadmium, nach diesem folgt das Bromammonium, welches Verfasser vorzugsweise anwendet**).

4) Endlich sind noch die photographischen Eigenschaften zu beachten. Diese Unterschiede treten bei frisch jodirten reinen Collodien, die mit äquivalenten Mengen verschiedener Jod- und Bromsalze versetzt wurden, nicht stark hervor. Man bemerkt, dafs frisches Jodkalium ein kräftigeres Bild giebt als Jodammonium, dieses, wie es scheint, wieder ein kräftigeres als Jodcadmium. Die geringere Intensität der Jodcadmiumcollodionbilder erklärt sich wohl aus der sauren Reaction des beim Silbern entstehenden salpetersauren Cadmiumoxyds. Mit der Zeit ändern sich jedoch diese Collodien, am schnellsten die, welche KJ und NH_4J enthalten; sie werden weniger empfindlich, roth und dünnflüssig, geben aber bei hinreichend langer Belichtung noch intensive Bilder.

Die Veränderuug der photographischen Empfindlichkeit erfolgt viel schneller, gleichzeitig mit einer Vermehrung der Intensität

---

*) Verfasser machte hinsichtlich der conservirenden Wirkung des Bromsalzes eine seltsame Erfahrung. Er versetzte zwei Collodien mit gleichviel Jodsalz (Jodcadmium und Jodnatrium) und setzte zu dem einen Bromnatrium. Das bromhaltige färbte sich schon nach wenigen Tagen roth; das reine Jodcollodion war noch nach 3 Monaten schön gelb. Das Bromnatrium erwies sich als schwefelsäurehaltig. Dasselbe Collodion mit Bromcadmium angesetzt, hielt sich trefflich.

**) Die Löslichkeit des Bromnatriums wird sehr durch Cadmiumsalze befördert. Nach zwei Versuchen lösten 30 Alkohol, welche 0,7 Jodcadmium und 0,7 Jodnatrium enthielten — 0,233 Bromnatrium. Dagegen lösten 30 Alkohol, welche 1,0 Jodcadmium und 0,4 Jodnatrium enthielten — 0,317 Bromnatrium. Bei einem Gehalt von 1,4 Jodcadmium lösten sich 0,4 Bromnatrium (s. o.).

bei Gegenwart organischer Substanzen, wie Nitroglucose, Traubenzucker, also bei Collodion, das bei hoher Temperatur und grofser Verdünnung bereitet wurde.

Oft findet man, dafs ein Collodion anfangs roth wird, später wieder hell. Diese Erscheinung erklärt sich aus der Bildung von reducirenden organischen Körpern, die das Jod absorbiren, welches die Gelbfärbung verursacht.

Wir haben nun noch Auskunft zu geben, warum man gewöhnlich eine Mischung von Jod- und Bromsalzen zum Versetzen des Collodions verwendet. In dem Capitel über Photochemie ist das Jodsilber als das lichtempfindlichste Silberhaloidsalz geschildert worden. Es wurde aber bereits bemerkt, dafs die Gegenwart des an sich weniger lichtempfindlichen Bromsalzes die Lichtempfindlichkeit des Jodsilbers erhöhe. Dieser Satz galt freilich nur für trockne, von überschüssigem Silbersalz befreite Jod- und Bromsilberpapiere. Die Empfindlichkeit des Bromsilbers und Jodsilbers schwankt jedoch wesentlich unter verschiedenen Umständen. Bei Gegenwart von Tannin und ähnlichen Körpern erscheint z. B. das Bromsilber lichtempfindlicher als das Jodsilber. Es sind dies Thatsachen, die erst während der Abfassung dieses Buches in das rechte Licht gesetzt worden sind und die daher in dem Capitel über Photochemie noch nicht besprochen werden konnten. Wir behalten uns die Erörterung dieser Thatsachen für den II. Theil des Werkes vor und beschränken uns hier auf die Besprechung des praktisch wichtigsten Falles, nämlich die Wirkung der Bromsalze im gewöhnlichen nassen Verfahren.

Früher herrschten über diesen Punkt die verschiedensten Meinungen.

Einige behaupten, Bromsalz sei empfindlicher für grüne Strahlen, und diese Meinung ist begründet. Jedoch ist die Wirkung der grünen Strahlen auf Bromsilber quantitativ zu gering und daher praktisch nicht von Gewicht. Hardwich sagt sogar ausdrücklich, dafs reines Jodcollodion für Aufnahme grüner Blätter (Baumschlag) besser sei, als bromjodirtes. Zu ähnlichem Resultat ist Thouret gekommen.

Manche Forscher behaupten eine gröfsere Empfindlichkeit des Jodbromcollodions, diese wird von Andern wieder geleugnet. Sicher ist sogar, dafs Brom die Intensität vermindert. Nur darin stimmen die Angaben verschiedener Forscher überein, dafs Bromsalz die Haltbarkeit des Collodions vermehrt (siehe dagegen S. 107), die sogenannte Schleierbildung und Flecken verhütet, die Solarisation vermindert und mehr Harmonie in das Bild bringt. Um über den Hauptpunkt, die Empfindlichkeit der Collodien, ins Klare zu kommen, unternahm der Verfasser eine Reihe von Versuchen. Er stellte drei Collodien her, die mit äquivalenten Mengen von Chlorcadmium, Bromcadmium und Jodcadmium versetzt waren. Diese sensibilisirte er, wie gewöhnlich, und nahm damit eine weifse, mit schwarzer

Draperie theilweise umhüllte Gypsbüste auf. Er belichtete alle drei Platten gleich lange und entwickelte mit Eisenvitriollösung.

Das Jodcollodion gab ein sehr intensives Bild des weifsen Gypses und ein schwaches der schwarzen Draperie. Die Linien waren verschwommen.

Das Bromcollodion gab ein schwaches, aber klares Bild des Gypses, von der schwarzen Draperie keine Spur.

Das Chlorcollodion gab keine Spur eines Bildes*).

Demnach ist das reine Jodcollodion das photographisch empfindlichste.

Nun wurde im Anschlufs daran ein gemischtes Collodion untersucht.

Es wurden wieder drei Collodien hergestellt. 1) Ein reines Jodcollodion; 2) ein Collodion, was ebenso viel Jodsalz enthielt wie 1, daneben $\frac{1}{3}$ Bromsalz; 3) ein Collodion mit ebenso viel Jodsalz wie 1 und $\frac{1}{6}$ Chlorsalz. Damit wurde unter gleichen Umständen (gleiche Belichtung etc.) wieder die Gypsbüste mit schwarzer Draperie aufgenommen.

Das Jodcollodion gab wie oben ein höchst intensives, etwas verschwommenes Bild des Gypses, aber nur wenig Details in der dunkeln Draperie.

Das Bromjodcollodion und das Chlorjodcollodion gaben ein viel weniger intensives, aber klares Bild des Gypses, dagegen viel mehr Details in der schwarzen Draperie. Gewisse dunkle Falten der letzteren, die im Jodcollodionbild kaum sichtbar waren, traten bei den gemischten Collodien deutlich hervor.

Daraus folgt:

Reines Jodcollodion ist empfindlicher für starke Lichter (Gyps etc.), gemischtes Collodion empfindlicher für schwache. Man nimmt daher das letztere, um Details in den Schatten zu erzielen.

Dieser Satz gilt jedoch nur für auf gewöhnlichem Wege im Silberbade präparirte Platten. Wir werden im praktischen Theile merkwürdige Ausnahmen davon kennen lernen (s. a. S. 56).

Ueber die Fertigung und den Gebrauch der jodirten Collodien wird der II. Theil unseres Werkes berichten.

Albumin

wurde als Bildträger von Niépce de St. Victor in die Photographie eingeführt, anfangs für den Negativprocefs zum Ueberziehen von Glasplatten; als solches findet es jetzt nur noch in sogenannten Trockenprocessen Anwendung (siehe den II. Theil). Dagegen ist es

*) Es folgt daraus keineswegs die photographische Unempfindlichkeit des Chlorsilbercollodions. Jedenfalls würde dieses bei längerer Dauer der Belichtung ebenfalls ein Bild geben.

jetzt ein wichtiger Bildträger für den Positivprocefs, in welchem man es zum Ueberziehen des Papiers verwendet.

Albumin ist ein stickstoff- und schwefelhaltiger Körper von sehr complicirter Zusammensetzung, der mit einer andern Sorte von Körpern, dem Fibrin und Caseïn, die sogenannten Proteïnstoffe bildet, die sich nicht nur im Thier-, sondern auch im Pflanzenorganismus finden. Diese Proteïnstoffe kommen theils in löslicher, theils in unlöslicher Modification vor.

Die erste Modification findet sich in den Säften der Thiere und Pflanzen, die letztere wird künstlich erzeugt durch Kochen oder durch Fällen der Lösungen mit absolutem Alkohol, verschiedenen Säuren, Salzen etc. Löslich erhält man die Proteïnkörper durch Eindunsten der sie enthaltenden Fluida unter 50°, sie bilden dann farblose gummiartige Massen, die sich in Wasser lösen und mit Alkohol, Säuren und Salzen Niederschläge geben. Im unlöslichen Zustande bilden sie klumpige, geruchlose und geschmacklose Massen, die durch Alkalien unter Zersetzung gelöst werden, ebenso durch concentrirte Säuren, und mit Quecksilberoxydoxydul und Salpetersäure eine rothe Färbung geben.

Man hat alle drei, das Albumin, Fibrin und Caseïn als Ueberzug von Papier angewendet; mit Erfolg jedoch bisher nur das erstere.

Das Albumin erhält man am besten aus Hühnereiern durch Vermischen mit Wasser, tüchtiges Schütteln (Schneeschlagen) und Setzenlassen, Filtriren und Verdunsten und Ausziehen der trocknen Masse mit Alkohol oder Aether, welche die Fettbestandtheile auflösen. Der Rückstand enthält dann noch circa 5% unorganische Bestandtheile, darunter freies Alkali, Kochsalz und phosphorsaure Salze. Durch Versetzen einer Eiweifs-Lösung mit Bleiessig erhält man einen Niederschlag von Albumin und Bleisalz, welcher nach dem Auswaschen und Zersetzen mit Schwefelwasserstoff reines Albumin liefert. Man kann es auch mit Hülfe der sogenannten Dialyse von fremden Salzen reinigen. Seine procentische Zusammensetzung variirt etwas, im Mittel ist sie folgende:

Kohlenstoff	53,4,
Wasserstoff	7,0,
Stickstoff	15,6,
Sauerstoff	22,4,
Schwefel	1,6.

Bei 60—70° trübt sich die Albuminlösung und es scheiden sich grofse Flocken von coagulirtem Albumin aus. Je verdünnter die Lösung, desto höher ist die zum Coaguliren nöthige Temperatur. Ist das Eiweifs alkalihaltig, so bleibt stets ein Theil in Lösung.

Bei diesem Coaguliren entwickelt sich Schwefelwasserstoff. — Das Eiweifs wird gefällt durch starken Alkohol (das durch Alkohol gefällte Eiweifs löst sich nach dem Auswaschen wieder in Wasser),

Kreosot, unorganische Säuren, aber nicht durch organische. Die unorganischen Säuren gehen dabei eine Verbindung mit Eiweiſs ein, die jedoch auch schon durch Wasser zerlegbar ist. Das so gewaschene Eiweiſs löst sich dann wieder in Wasser auf. Verdünnte Salzsäure fällt das Albumin, concentrirte Salzsäure löst es mit blauer Farbe. Die meisten Metallsalze coaguliren es, und verbinden sich dabei mit ihm zu sogenannten Albuminaten. Am wichtigsten für die Photographie ist das Silberalbuminat, welches durch Fällen von Eiweiſslösung mit Silberlösung als ein weiſser, flockiger Niederschlag erhalten wird, der sich namentlich im trocknen Zustande im Licht rasch bräunt und einen höchst brillanten Ton annimmt, in Wasser unlöslich ist und aus einer innigen Verbindung von Albumin mit salpetersaurem Silberoxyd besteht. In Alkalien löst sich dieses Silberalbuminat. Diese Auflösung findet sehr leicht bei Sensibilisirung des Eiweiſspapiers auf alkalischen Silberbädern statt.

Merkwürdigerweise wird getrocknetes Albumin durch Erhitzen nicht coagulirt, eben so wenig durch Alkoholäther, wohl aber durch Metallsalze. Um Papier mit Eiweiſs zu präpariren, wird das Hühnereiweiſs einem Reinigungsproceſs unterzogen, gesalzen und dann das Papier darauf schwimmen gelassen, dann abgehoben und getrocknet. Es bleibt so eine Schicht von nicht coagulirtem Eiweiſs am Papier haften. Legt man daher dieses Albuminpapier in Wasser, so löst sich das Eiweiſs auf. Wärme allein coagulirt diese Eiweiſsschicht nicht, wohl aber Einwirkung von Wasserdampf. Dagegen findet die Coagulirung im Silberbade statt, indem sich hier ein unlösliches Silberalbuminat bildet. Ist das Bad jedoch sehr verdünnt, so tritt diese Coagulirung nicht oder nur unvollständig ein, die Albumindecke löst sich los und die erzielten Bilder sind vollkommen untauglich.

Läſst man Albumin an der Luft in Lösung stehen, so entwickelt sich Schwefelwasserstoff und das Ganze wird sauer. Oft läſst man solches Sauerwerden absichtlich eintreten, damit das Eiweiſs beim Präpariren die Leimung des Papiers nicht auflöst. Ja oft läſst man das Eiweiſs einen förmlichen Gährungsproceſs durchmachen.

Gelatine.

Verschiedene thierische Substanzen wie Haut, Sehnen, Knochen und Fischblase enthalten eigenthümliche stickstoffhaltige Substanzen, die in Wasser unlöslich sind, aber durch längeres Kochen damit löslich werden, und dann eine Lösung geben, die beim Erkalten zu einer Gallerte gerinnt. Man nennt diese Substanzen Leimsubstanzen. Im unreinen Zustande geben diese den gewöhnlichen braunen Tischlerleim, in der reinsten Form die farblose Gelatine. Diese ist eine geruch- und geschmacklose Masse, die im kalten Wasser aufschwillt, ohne sich zu lösen, dabei ungefähr ihr vierfaches Volumen Wasser aufsaugt, beim

Erwärmen aber eine dünne Lösung giebt. Diese gelatinisirt beim Erkalten selbst dann noch, wenn sie nur 1 pCt. Gelatine enthält; kocht man diese Lösung sehr lange, so verliert sie die Fähigkeit zu gerinnen.

Aufser in Wasser löst sich die Gelatine noch in Essigsäure, sogar in der Kälte. Diese Lösung gerinnt nicht, sie wurde neuerdings als Zusatz zum Entwickler empfohlen; auch verdünnte Schwefelsäure löst den Leim auf: hierbei geht jedoch eine vollständige chemische Zersetzung vor, es bildet sich Glycocoll, eine süfse zuckerartige Masse, Leucin und andere Körper.

Leimlösungen werden nicht von Alaun gefällt, dennoch wird eine trockene Leimschicht durch Behandeln mit Alaunlösung fast unlöslich in Wasser; Chlorquecksilber und Gerbstoff fällen die Leimlösung, Silberlösungen coaguliren sie nicht; im Gegentheil löst sich Gelatine in Silberlösungen auf, und färbt diese braun.

Alkohol und Aether lösen den Leim nicht auf, dagegen ist er in der Wärme löslich in Glycerin; die Lösung erstarrt beim Erkalten zu einer elastischen Masse, die zum Abziehen der Negative empfohlen worden ist.

Merkwürdig ist das Verhalten der mit chromsauren Salzen gemischten Gelatine, sie verliert nämlich ihre Löslichkeit im Licht. Darauf beruht die Herstellung der Kohlebilder. Ebenso spielt sie in der Photolithographie und Photometallographie eine wichtige Rolle (siehe Photochemie der Chromverbindungen S. 30 u. s. f.).

Die aus verschiedenen Leimsubstanzen erhaltenen Leimsorten differiren in ihren Eigenschaften etwas. Die oben erwähnten Eigenschaften gelten nur für den aus Häuten, Knochen und Fischblase (Hausenblase) gewonnenen; man nennt sie Glutin. Etwas anders verhält sich der Knorpelleim, das sogenannte Chondrin. Dieses wird durch Schwefelsäure und Essigsäure aus seinen Lösungen anfangs gefällt, später jedoch bei weiterem Säurezusatz wieder aufgelöst. Alaun, basisch essigsaures Bleioxyd (welche den gewöhnlichen Leim nicht fällen) fällen das Chondrin, ebenso wirken manche andere Metallsalze; mitunter löst sich der Niederschlag im Ueberschufs des Fällungsmittels wieder auf.

Die chemische Zusammensetzung der beiden Leimsorten ist folgende:

	Glutin	Chondrin
Kohlenstoff . . .	49,3	45,0
Wasserstoff . . .	6,6	6,6
Stickstoff	18,3	14,4
Sauerstoff	25,8	29.

Als Bildträger ist die Gelatine von Wichtigkeit einerseits als Surrogat für Eiweifs zum Ueberziehen der photographischen Roh-

papiere (Glutinpapier); noch wichtiger ist sie als Bildträger für das Swan'sche Tuschcopirverfahren; ferner dient sie zum Aufkleben der fertigen Bilder.

Das Papier.

Im Negativprocesse ist das Collodion der wichtigste Bildträger, im Positivprocesse ist es das Papier, zu dessen Beschreibung wir jetzt, nachdem alle Stoffe, die zu seiner Präparation dienen, besprochen sind, übergehen. Der Zeichner nimmt zu seinen Entwürfen ein festes, glattes, homogenes Papier, dies ist auch in der Photographie nöthig.

Auf schwedischem Filtrirpapier z. B. würden wir nur rauhe und faserige Bilder erzielen und obenein würde dieses Papier, da es an manchen Stellen härter, an andern weicher ist, ein ungleiches Eindringen der Sensibilisirungsbäder veranlassen und in Folge dessen sich im Licht ungleich schwärzen.

Ferner würden die Chemikalien in die lockere Papiermasse tief eindringen und dem entsprechend würde sich ein Theil des Bildes innerhalb des Papiers bilden und dann wohl in der Durchsicht, nicht aber in der Aufsicht sichtbar sein (ähnlich wie bei einem Negativ). Aufserdem würde aber auch ein solches Papier äufserst unempfindlich sein und bei den vorzunehmenden Waschungen reifsen.

Aus diesen Andeutungen geht schon hervor, welche Eigenschaften ein photographisches Papier haben mufs.

1) Es mufs eine völlig glatte, gleichartig feste und homogene Schicht bilden.
2) Es darf kein tiefes Eindringen der Chemikalien gestatten, sondern es mufs dieselben auf der Oberfläche festhalten.
3) Es mufs sich schnell und gleichartig im Licht färben und dabei einen möglichst brillanten, angenehmen Ton annehmen.

Die erste Bedingung erreicht man durch eine sorgfältige Auswahl des Rohmaterials. Nur die besten leinenen Lumpen sollen zu dem Papiere verwendet werden. Man mufs bei der Fabrikation selbst Anwendung von Eisengeräthen möglichst vermeiden, weil diese Veranlassung geben zu Rostflecken, die sich beim Copiren schwarz färben. Es existiren nur sehr wenige Papierfabriken, die ein gediegenes Papier für photographische Zwecke liefern. Eigentlich kennt man nur zwei, Rives in Paris und Steinbach in Malmedy. Diese liefern fast allein die riesige Papierquantität, welche alltäglich zu Photographieen verarbeitet wird. Wie bereits früher bemerkt wurde, ist das Papier, welches diese Fabriken liefern, sogenanntes Rohpapier, welches erst einer nachträglichen Leimung und Salzung unterzogen werden mufs, um für photographische Copirzwecke brauchbar zu sein. Durch diese nachträgliche Leimung erfüllt man die zweite Bedingung (s. o.). Die

Leimung bildet einen schützenden Ueberzug, welcher die Poren der Papiermasse verstopft, giebt eine homogene Fläche und mehrt die Festigkeit und Empfindlichkeit. Das Rohpapier an sich ist jedoch keineswegs ungeleimt, sondern hat bereits in der Fabrik eine Leimung erfahren, entweder mittelst Gelatine und Alaun, oder mittelst Alaun und Harzseife. Diese Leimung ist meist Geheimnifs der Fabrikanten und in Folge dessen haben sich eben gewisse Papiere grofsen Ruf erworben. Die Art der Leimung hat übrigens Einflufs auf den Ton der fertigen Bilder und daher wirken kleine Unterschiede in der Leimung sehr wesentlich auf das Ansehen derselben. Diese erste Leimung, welche das Papier in der Fabrik erfährt, reicht für Bilder von untergeordneter Qualität aus, zur Erzielung brillanter Copieen überzieht man aber das Papier noch mit verschiedenen Substanzen, die neben der Bedingung 2 (s. o.): Verhindern des Einsinkens der Chemikalien, auch noch der Bedingung 3: Erzielung eines brillanten Tones, Genüge leisten. Man verwendet als solchen Ueberzug Albumin, Stärke und Harz, seltener Gelatine und neuerdings Collodion. Von diesen drei Substanzen ist das erstere die am meisten angewendete. Der Albuminüberzug empfiehlt sich durch seine grofse Lichtempfindlichkeit, intensive und brillante Färbung, die er im Sonnenlicht annimmt, schönen Ton und Glanz und grofse Feinheiten in den Details der darauf copirten Bilder. Er ist jedoch nur schwer retouchirbar.

Ein zweiter Stoff ist die Stärke, die einen Ueberzug von nur mattem Glanz liefert, der weniger feine Bilder von stumpfem Ton giebt, die jedoch leicht retouchirbar sind.

Das Harz wird seltener angewendet, die Qualität des Harzüberzugs kommt der des Stärkeüberzugs nahe. Nach diesen Ueberzügen theilt man das photographische Papier ein in Albuminpapier, Arrowrootpapier und Harzpapier. Das erstere ist das bei Weitem am häufigsten angewendete, das zweite wird nur zu gröfserer Retouche bedürftigen Bildern verwendet. Das dritte hat bis jetzt noch keine allgemeine Anwendung gefunden.

Zur Bereitung des ersteren bedient man sich des Hühnereiweifs, welches eine wässerige, mehr oder weniger reine Albumin- und Fibrinlösung darstellt.

Das einfachste Verfahren, Eiweifspapier zu machen, ist nun folgendes. Man trennt das Gelbe von dem Weifsen, giebt zu 8 Theilen Eiweifs 2 Theile einer Lösung von 10 Theilen Chlorammonium in 100 Theilen Wasser, schlägt die Masse zu Schnee (oder schüttelt sie) und läfst sie sich dann einige Stunden abklären. So wird das im Eiweifs enthaltene Fibrin, welches auf dem Papiere leicht bronceartige Streifen erzeugt, abgeschieden. Man giefst das geschlagene und geklärte Eiweifs in eine flache Schale und legt alsdann das Rohpapier

mit der geleimten Seite darauf, läfst es 1½ Minuten schwimmen, hebt es dann ab und hängt es zum Ablaufen und Trocknen auf. Sollten Luftblasen haften geblieben sein, so mufs man noch einmal auflegen.

Hardwich empfiehlt folgende Verhältnisse:

15 Unzen Eiweifs,
5 - Wasser,
200 Gran Chlorammonium.

Ein Bogen Papier entnimmt diesem Bade nach Hardwich 6 Drachmen Albumin und 7 Gran Salz.

Die Hauptschwierigkeit besteht in der Vermeidung streifiger Linien, die nachher stark bronceartig werden. Um diese zu vermeiden, legt man das Papier in gleichmäfsiger Bewegung auf.

Manche Papiere werden nur langsam vom Albumin befeuchtet, dies rührt von Fettigkeit her; man setzt alsdann (nach Hardwich) 2 Theile Weingeist (verdünnt) auf 32 Theile Eiweifs zu oder einige Tropfen einer Lösung von Ochsengalle in Alkohol. Man darf das Papier nicht auf der Rückseite befeuchten und nicht zu lange schwimmen lassen, sonst sinkt das Eiweifs (indem es die Leimung auflöst) ein und giebt dann kraftlose Bilder. Je mehr das Albumin mit Wasser versetzt wird, desto matter erscheint das damit gefertigte Papier, jedoch hat hier die Leimung des Rohpapiers wesentlichen Einflufs. Nach dem Abheben hängt man den Bogen mit Klammern an zwei Ecken auf, läfst das Eiweifs ablaufen und dann trocknet man ihn an einem warmen Orte, indem man die vier Ecken festklemmt. Schliefslich prefst man die Bogen und bewahrt sie an einem mäfsig trocknen Ort auf.

Zur Bereitung des Arrowrootpapiers nimmt man:

100 Wasser,
3 NaCl.

Man erhitzt die filtrirte Mischung zum Sieden und setzt 3½ Theile Arrowrootmehl hinzu, rührt fortwährend um, giefst das Ganze durch ein Tuch, trägt das Klare mittelst eines Pinsels auf das Papier kreuzweis auf, verreibt mit einem zweiten Pinsel und trocknet das Ganze.

Der Raum gestattet uns nicht, auf die technische Seite der Albumin- und Arrowrootpapierfabrikation näher einzugehen, um so weniger, als diese Arbeit nur selten von den Fachphotographen ausgeübt wird, sondern von sogenannten Albumineuren. Wohl aber haben wir hier noch die Rolle zu besprechen, welche der Salzgehalt des Papiers in der photographischen Praxis spielt.

Es ist offenbar, dafs, wenn man einen gesalzenen, d. h. chlormetallhaltigen Papierbogen in ein Silberbad bringt, im Papiere sich Chlorsilber bilden wird, aufserdem wird aber eine gewisse Quantität freien Silbersalzes vom Papiere mechanisch aufgesaugt und demnach enthält ein solcher Bogen nach dem Herausnehmen aus dem Bade und Trocknen Chlorsilber und Silbernitrat. Um die Wirkung dieser

8*

beiden Körper beurtheilen zu können, mufs man die Wirkung jedes einzelnen für sich studiren. Exponirt man drei Bogen, von denen der eine nur salpetersaures Silberoxyd, der zweite nur Chlorsilber, der dritte beide Körper enthält, dem Licht, so beobachtet man, dafs der erstere sich am langsamsten färbt, er wird bräunlich, der zweite färbt sich schneller, er wird violett, am intensivsten aber färbt sich der dritte. Salpetersaures Silberoxyd ist für sich allein zu unempfindlich, Chlorsilber ist bedeutend empfindlicher, giebt aber keine Intensität der Färbung, erst durch Zusammenwirken beider Körper erhält man Bilder von hinreichender Kraft. Der Grund liegt darin, dafs das freie Chlor, welches aus dem Chlorsilber durch die Belichtung entwickelt wird, sogleich auf das freie salpetersaure Silberoxyd wirkt, dadurch frisches Chlorsilber erzeugt, das seinerseits wieder sogleich durch das Licht zersetzt wird, abermals Chlor frei werden läfst etc. Auf diese Weise bildet sich das lichtempfindliche Material, d. i. das Chlorsilber, während der Belichtung fortwährend von Neuem. Etwas anders ist das Verhalten, falls das freie salpetersaure Silberoxyd eine chemische Verbindung mit dem Material des Papieres eingeht, wie dies bei Albuminpapier der Fall ist. Hier bildet sich Silberalbuminat, welches sich auch in reinem Zustande, d. h. bei Abwesenheit von Chlorsilber, noch ziemlich lichtempfindlich zeigt. Dennoch pflegt man das Albuminpapier zu salzen. Wir werden über diese Verhältnisse noch im praktischen Theile unseres Werkes specieller sprechen.

Viertes Capitel.

Photographische Optik.

Das Licht ist das Lebenselement, der zeichnende Griffel des Photographen, und die Kenntnifs seiner Eigenschaften ist deshalb für ihn ebenso nothwendig, als für den Maler die Kenntnifs seiner Zeichenmaterialien und Farben. Daher bildet die Optik, d. i. die Lehre vom Licht, ein wichtiges Capitel der Theorie der Photographie.

Licht ist nach der gewöhnlichen Definition die Ursache der Helligkeit, das Agens, durch dessen Vermittelung unser Auge die Körper wahrnimmt*).

In Bezug auf das Verhalten zum Licht theilen wir die Körper ein in leuchtende, die ohne Hülfe eines anderen Körpers sichtbar sind und nichtleuchtende oder dunkle. Diese Eintheilung ist nicht streng, denn es giebt Körper, die wir für gewöhnlich nichtleuchtend nennen, wie Diamant, Glas, Chlorophan, Flufsspath, der bononische Stein, Porzellan, Papier, die aber dennoch, wenn sie schwach erwärmt oder von der Sonne beschienen worden sind, im Dunkeln schwach selbstleuchtend auftreten (siehe S. 12).

Bei Betrachtung verschiedener leuchtender oder erleuchteter Körper bemerken wir leicht Unterschiede, einerseits in der Intensität des Lichts, oder der Lichtstärke (die Sonne ist z. B. bedeutend intensiver als Gaslicht), andrerseits in der Qualität (manche Körper erscheinen weifs, schwarz, andre farbig).

Mit der Bestimmung der Intensität beschäftigt sich die Photometrie, mit der Bestimmung der Qualität die Farbenlehre. Betrachten wir zunächst die Intensität des Lichts.

Von der Intensität des Lichts.

Hier müssen wir zunächst die Lichtintensität selbstleuchtender Körper besprechen.

Es ist offenbar, dafs die Helligkeit einer gleichmäfsig leuchtenden Fläche abhängig sein wird: 1) von der Intensität des Lichts in jedem einzelnen Punkte, und 2) von der Gröfse der Fläche. So wird

*) Diese Definition ist nicht ganz erschöpfend, denn es giebt auch unsichtbares Licht, das, wie wir sehen werden, bei dem Farbenspectrum (s. u.) jenseits des Roth noch fühlbar, jenseits des Violett noch chemisch wirksam ist.

z. B. von zwei gleich grofsen Flammen, einer Gasflamme und einer Talglichtflamme, die erstere in jedem einzelnen Punkte intensiver leuchten, als die letztere; ebenso wird die ganze Fläche einer weifsglühenden Eisenplatte von 10 □Fufs sicher zehnmal so viel Licht verbreiten, als eine gleich hell glühende von nur 1 □Fufs Fläche. Die Wirkung, welche das von einer solchen Lichtquelle ausstrahlende Licht auf dunkle Körper ausübt, wird nun sehr verschieden sein, je nach der Entfernung der Lichtquelle von den Gegenständen, und je nach der Stellung der letzteren.

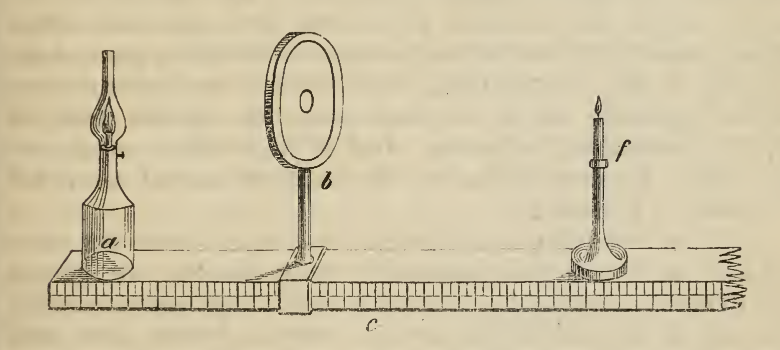
Hinsichtlich der ersten Punkte ist es bekannt, dafs mit der Entfernung einer Lichtquelle die Helligkeit, welche sie verbreitet, abnimmt, und zwar in demselben Verhältnifs, wie die Quadrate der Entfernung zunehmen. Dieser Umstand ist zu beachten bei photographischen Aufnahmen mit künstlichem Licht (Magnesiumlicht, electrischem Licht). Je näher man die Lichtquelle dem beleuchteten Objecte bringt, desto intensiver wird es beleuchtet.

Hinsichtlich des zweiten Punktes ist leicht nachzuweisen, dafs eine Fläche, die von senkrechten Strahlen getroffen wird, heller erscheint, als eine von schiefen Strahlen getroffene; der blofse Anblick eines in senkrechter oder schiefer Richtung vom Licht getroffenen Stück Papiers lehrt das schon auffallend, ebenso der Anblick eines einseitig beleuchteten runden Körpers, z. B. einer Säule, an welcher ein allmähliger Uebergang von Licht in Schatten, Halbton genannt, sichtbar ist. Dieser Halbton entsteht einfach dadurch, dafs jeder einzelne Theil der cylindrischen Säule eine andere Neigung gegen die auffallenden Strahlen hat, und demgemäfs um so dunkler erscheint, je schiefer die Strahlen fallen.

Um nun die Helligkeit, die Intensität des Lichtes leuchtender sowohl wie nichtleuchtender Körper zu bestimmen, bedienen wir uns der Photometer. Unser Auge ist im Stande zu beurtheilen, ob eine Fläche heller sei, wie eine andere; das Umwieviel zu erkennen, ist ihm unmöglich, und selbst bei der Bestimmung, welche Fläche heller und welche dunkler sei, wird unser Urtheil durch die dabei ins Spiel kommende Farbe, ferner durch Contrastwirkungen unsicher gemacht. Man hat viele Instrumente zur Messung der Lichtintensität construirt; wir heben als eins der einfachsten und praktischsten hier das Bunsen'sche Photometer heraus; dieses ist weiter nichts, als ein auf Papier gemachter Fettfleck*). Beleuchtet man ein solches

*) Neuerdings empfiehlt Bunsen einen ungefetteten Ring auf ringsum gefettetem Papier. Man erwärmt ein Stück homogenes Zeichenpapier auf einer mit Fliefspapier bedeckten Metallplatte und reibt eine kleine Menge auf dem Papiere geschmolzenen Stearins so ein, dafs ein kreisrunder ungetränkter Fleck übrig bleibt. Nach dem Erkalten des Blattes legt man ein Körnchen Stearin genau in die Mitte des ungetränkten Fleckes und erwärmt gelinde, bis die geschmolzene Masse vom Papier eingesogen ist.

Stück Papier von vorn, so erscheint der Fettfleck dunkel, beleuchtet man es von hinten, so erscheint er hell; beleuchtet man ein Stück Papier gleichzeitig von vorn und von hinten, so wird der Fettfleck bald hell, bald dunkel erscheinen, jenachdem das vordere oder hintere Licht stärker wirkt; läfst man das eine Licht feststehen, und nähert oder entfernt das andere, so findet man bald einen Punkt, wo der Fettfleck verschwindet, d. h. unsichtbar wird, weil alsdann der Fettfleck genau so hell erscheint, als das umgebende Papier. Will man nun zwei Lichtquellen mit einander vergleichen, so bringt man eine constante Lichtflamme, z. B. die einer Moderateurlampe *a*, hinter



das Photometer *b*, welches zu dem Zwecke am besten auf einen Mafsstab *c* senkrecht aufgestellt wird; alsdann bringt man die erste zu messende Flamme *f* auf die andere Seite, rückt sie hin und her, bis der Fettfleck verschwindet, und entfernt sie dann; nachher macht man dasselbe Experiment mit der zweiten zu messenden Flamme. War die Entfernung der ersten Flamme = 10 Zoll, die Entfernung der zweiten = 12 Zoll, so verhalten sich die Intensitäten der beiden Flammen wie 10^2 zu 12^2, d. h. wie 100 zu 144.

Bunsen hat mit diesem so einfachen Photometer eine Reihe für die Photographie hochwichtiger Untersuchungen ausgeführt, von denen wir noch sprechen werden. Ein Uebelstand bei der Anwendung dieses Photometers ist die verschiedene Färbung vieler Lichtquellen; so ist es z. B. sehr schwer, auf diese Weise Tages- und Lampenlicht mit einander zu vergleichen, da das erste blau und das zweite gelb gefärbt ist. In solchem Falle thut man gut, ein gelbes Glas auf die Tageslichtseite zu bringen und dadurch dem auf das Papier fallenden Licht eine gelbe Färbung zu ertheilen; allerdings wird dadurch das Tageslicht um eine gewisse Quantität geschwächt, bei der Bestimmung der Verhältnisse der Helligkeit zweier verschiedenen vom Tageslichte erhellten Räume kommt diese Schwächung jedoch, wenn man für beide dasselbe gelbe Glas benutzt, nicht in Betracht.

Man kann auf diese Weise die Helligkeit verschiedener Interieurs

bestimmen und daraus einen Schlufs auf die Expositionszeit machen, die man bei einer etwaigen photographischen Aufnahme nöthig hat. Man stellt dann z. B. das Photometer, vorn mit gelbem Glas gedeckt, in dem einen Raum einem Fenster gegenüber auf, bringt eine constante Lichtflamme auf die andere Seite und bewegt sie, bis der Fettfleck verschwindet. Dasselbe Experiment macht man in dem anderen Raume. Die Helligkeiten verhalten sich alsdann umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernung der Lichtflamme. Ebenso kann man auf diese Weise die Helligkeit in verschiedenen Theilen eines Zimmers feststellen. Nothwendig ist es hier, das fremde Licht von der Rückseite des Photometers möglichst abzuhalten. Man erreicht dies am besten, indem man ein innen geschwärztes Rohr oder einen offnen Kasten senkrecht an dem Rahmen, welcher das Photometerpapier trägt, befestigt, so dafs nur dem Lichte der Lichtflamme der Eintritt gestattet ist und aufserdem nur so viel Raum bleibt, um mit dem Auge den Fettfleck beobachten zu können. Den Fettfleck selbst erzeugt man am besten durch Verreiben von ein wenig Stearin auf der vorher erwärmten Papierfläche.

Es wird von diesem interessanten Instrumente bisher nur selten Anwendung in der photographischen Praxis gemacht; wir glauben mit Unrecht. Versuche der Art sind so einfach und leicht anzustellen und lohnen die kleine Mühe reichlich. Wie viel Platten macht nicht mancher Photograph vergeblich, wenn er Interieurs aufnimmt, über deren Helligkeitsverhältnisse, also auch über die für sie nöthige Expositionszeit er völlig im Unklaren ist? Ein Photometerversuch würde hier interessante Fingerzeige liefern*). Unser Raum gestattet uns nicht, hier noch andere Photometer zu beschreiben. Nur eines der interessantesten wollen wir noch andeuten, es ist das unseres hochverehrten Lehrers, des Herrn Geheimerath Professor Dove. Derselbe benutzt als Photometer eine mikroskopische Photographie, die er unter dem Mikroskop bei 30 bis 50facher Vergröfserung betrachtet. Ist diese Photographie von hinten beleuchtet, so erscheint sie schwarz auf weifsem Grunde; ist sie von vorn beleuchtet, so erscheint sie weifs auf schwarzem Grunde; wird sie von vorn und von hinten zu gleicher Zeit gleich stark beleuchtet, so verschwindet sie, ganz ähnlich, wie der Fettfleck bei Bunsen's Photometer. Das Instrument kann demnach analog diesem zur Bestimmung der Lichtintensität angewendet werden, gestattet aber die Messung weit feinerer Unterschiede und ist auch bei Lichtern verschiedener Farben mit derselben Schärfe anwendbar. Wir verweisen behufs näherer Information

---

*) Wenn es nicht auf Eleganz ankommt, kann man sich ein solches Instrument mit leichter Mühe selbst herstellen. Als Mefsflamme kann man sehr bequem eine Petroleumlampe verwenden.

auf die klassische Arbeit des grofsen Physikers in Poggendorff's Annalen, Jahrgang 1861.

Alle diese Instrumente haben nur einen Uebelstand, d. i. der Mangel einer Lichteinheit. Man hat als Ausgangspunkt bei der Wärmemessung eine bestimmte Temperatur, die des siedenden Wassers oder schmelzenden Eises; eine solche leicht herstellbare Lichteinheit von bestimmter Intensität fehlt leider in der Photometrie. Die beste Normallichtquelle ist noch eine unter constantem Drucke aus einem Brenner von bestimmter Oeffnung strömende Gasflamme (Bunsen).

Mit den beschriebenen Photometern kann man nur die Intensität der Wirkung des Lichts auf unser Auge bestimmen. Hiervon wesentlich verschieden ist aber die Intensität der chemischen Lichtwirkungen. Wir werden später sehen, dafs verschiedene Lichtquellen, die auf unser Auge höchst intensiv wirken, d. h. eine sehr grofse Helligkeit besitzen, dennoch nur eine schwache chemische Wirkung äufsern und umgekehrt. Man kann daher aus der mit dem Photometer bestimmten Helligkeit keinen Schlufs auf die chemische Wirkung verschiedener Lichtquellen machen. Nur in Bezug auf eine und dieselbe Lichtquelle, z. B. eine Gasflamme, deren Hahn mehr oder weniger auf- oder zugedreht wird, gilt der Erfahrungssatz, dafs die chemische Intensität der optischen Intensität proportional ist. Dreht man daher den Gashahn so weit auf, dafs die Flamme doppelt so hell leuchtet als vorher, so ist auch ihre nachherige chemische Wirkung die doppelte (s. u.).

Farbenlehre.

Das Licht wirkt, wie oben bemerkt wurde, nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ verschieden auf unsere Netzhaut und diese Verschiedenheit bezeichnen wir mit dem Namen Farbe.

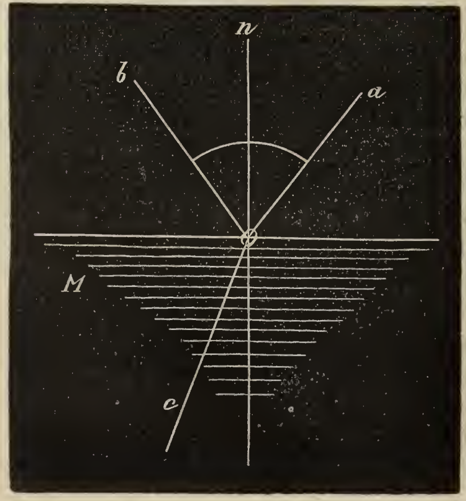
Solche Farbenunterschiede zeigen sich schon bei selbstleuchtenden Körpern. Wir haben z. B. blaue und rothe Fixsterne. Unser Sonnenlicht ist bei ungetrübtester Atmosphäre weifs, Morgens und Abends mehr röthlich. Wenn nun dieses weifse Licht die Körper trifft, so wird es entweder zurückgeworfen oder es geht hinein; das hineingehende wird entweder absorbirt, dann heifst der Körper undurchsichtig, oder es geht hindurch, dann heifst er durchsichtig.

Absolut durchsichtige Körper giebt es nicht, jedes durchsichtige Medium verschluckt oder absorbirt einen Theil des durchgehenden Lichtes, so dafs dasselbe, wenn es einen längeren Weg in demselben zurücklegt, wesentlich geschwächt wird. Man beobachtet dies schon auffallend bei der Sonne. Diese erscheint bei völlig heiterem Himmel am hellsten um die Mittagszeit, wo ihre Strahlen nur einen kurzen Weg durch die Luft zurückzulegen haben, am wenigsten hell des Morgens oder Abends, wo der Weg in der Atmosphäre, welchen die Strahlen

durchlaufen, bevor sie zu unserem Auge gelangen, viel länger ist. Nach Bouguer ist z. B. die Intensität des Sonnenlichts bei Sonnenaufgang = 6, bei 50° Horizonthöhe 7624. Auch Glas und Wasser absorbiren so einen Theil des durchgehenden Lichtes. Einen wesentlichen Einfluſs übt die Farbe des Glases aus und werden wir unten sehen, daſs die Absorptionsfähigkeit für verschiedene Farben bei verschiedenen durchsichtigen Mitteln sehr verschieden ist.

Bei optischen Gläsern ist diese Erscheinung von Bedeutung; doch geht bei diesen ein verhältniſsmäſsig viel gröſserer Theil des Lichtes durch Zurückwerfung an den Oberflächen verloren.

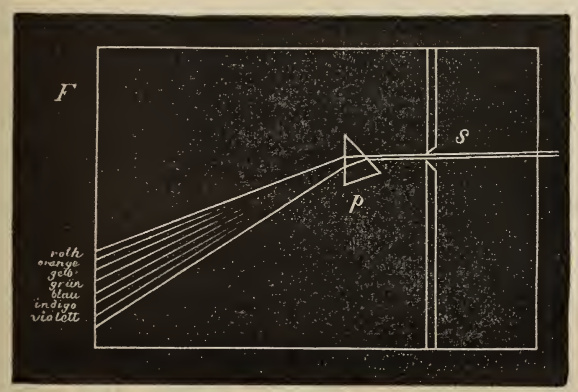
Das zurückgeworfene Licht wird entweder regelmäſsig reflectirt (dann nennen wir es gespiegelt) oder es wird zerstreut. Wird alles Licht absorbirt, so heiſst der Körper schwarz; wird alles Licht reflectirt, so heiſst er weiſs. Wird nur ein Theil des Lichtes reflectirt, so heiſst er grau oder farbig. Grau ist ein Körper, wenn er in jedem Lichte sichtbar ist, aber dunkler erscheint als ein weiſser, farbig, wenn er nicht in jedem Lichte sichtbar ist. Ein rothes Tuch erscheint z. B. in rein blauem Lichte schwarz. Auch die durchsichtigen Körper lassen entweder alles Licht hindurch, dann nennt man sie farblos, oder sie lassen nur einen Theil hindurch, so heiſsen sie farbig oder trübe; trübe ist der Körper, wenn er alle Farben theilweise hindurchläſst, farbig, wenn nur einzelne hindurchgehen. Ein absolut farbloses durchsichtiges Medium giebt es nicht. Die Luft z. B. ist blau, das Wasser grün, das beste weiſse Glas noch bläulich, röthlich oder grünlich gefärbt. Trifft ein Lichtstrahl ein durchsichtiges Medium senkrecht, so geht er in unveränderter Richtung weiter, trifft er dasselbe schief, so wird er von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt, d. h. gebrochen.



Ist *M* ein durchsichtiges Medium, z. B. Glas, *ao* ein auffallender Strahl, so wird ein Theil dieses Strahles regelmäſsig reflectirt, so daſs der reflectirte Strahl *bo* mit der Senkrechten *no* (dem Einfallsloth) denselben Winkel bildet, wie der einfallende. Je schiefer der Strahl auffällt, desto mehr Licht wird reflectirt. (Man bemerkt dies leicht, wenn man eine Glastafel in senkrechter und schiefer Richtung betrachtet und das Spiegelbild einer Lichtflamme darin beob-

achtet. Es erscheint, in schiefer Richtung gesehen, viel intensiver.) Ein anderer Theil des Strahles dringt in das durchsichtige Mittel und geht in der Richtung *co* weiter. Der Winkel, welchen der gebrochene Strahl mit dem Einfallslothe bildet, ist leicht zu bestimmen.

Der Sinus der Einfallswinkel und der Sinus der Brechungswinkel stehen nämlich in einem constanten Verhältniſs zu einander. Man nennt dieses Verhältniſs den Brechungsindex. Geht weiſses Licht in ein andres durchsichtiges Medium über, so erleidet es neben der Brechung noch eine Farbenzerstreuung, dadurch wird der weiſse Sonnenstrahl in ein siebenfarbiges Strahlenbündel zerlegt: das Farbenspectrum. Diese Farbenzerstreuung beobachtet man am besten, wenn das Sonnenlicht durch ein Prisma hindurchgeht, d. i. ein von zwei gegeneinander geneigten ebenen Flächen begrenztes durchsichtiges Mittel. Unsere geschliffenen Ziergläser, gefüllte Wasserflaschen, Tropfen zeigen diese Erscheinung fast täglich. Am effectvollsten erscheint sie im Regenbogen; sie beruht auf der ungleichen Brechbarkeit der verschiedenen farbigen Strahlen, die vereinigt, das weiſse Sonnenlicht bilden: Violett, Indigo, Blau, Grün, Gelb, Orange, Roth. Roth ist am wenigsten, Violett am stärksten brechbar. Um das Farbenspectrum bequem zu beobachten, läſst man das Sonnenlicht durch einen schmalen Spalt *s* in ein dunkles Zimmer fallen, stellt hinter dem Spalt *s* parallel mit ihm ein Prisma *r* auf und fängt das Spectralbild auf einem weiſsen Schirm *F* auf.



Für länger dauernde Versuche muſs man, um dem Lauf der Sonne folgen zu können, einen Heliostaten mit Uhrwerk vor dem Spalt anbringen.

Man nimmt gewöhnlich nur sieben Spectralfarben an, dieselben gehen jedoch durch Zwischentöne in einander über. Dennoch giebt es in dem Spectrum Unterbrechungen, die sich als feine schwarze Linien offenbaren, man nennt diese die Frauenhofer'schen Linien; diese Linien sind Absorptionserscheinungen, hervorgebracht durch Stoffe, die sich zum Theil in unserer Atmosphäre, zum Theil in der Atmosphäre der Sonne selbst finden und die Eigenthümlichkeit haben, Lichtstrahlen von gewisser Brechbarkeit gleichsam auszulöschen. Ihre Stellung zu einander ist eine constante und bieten sie daher ein wichtiges Hülfs-

mittel zur Bezeichnung gewisser Stellen des Spectrums. Man hat gewisse sehr wichtige Gruppen dieser Linien mit Buchstaben *A*, *B*, *C*, *D* etc. bezeichnet. *A* liegt in Roth, *G* in Blau etc. (s. S. 128). Das Spectrum der Fixsterne, des electrischen Kohlenlichtes etc. zeigen andere Linien als das des Sonnenlichts. Da man die Linien, welche verschiedene Stoffe hervorbringen, genau kennt, so kann man aus den Spectrallinien, welche eine Lichtquelle liefert, einen Schlufs machen auf ihre chemische Zusammensetzung. So hat man festgestellt, dafs in der Sonnenatmosphäre Natrium, Eisen, Kalk und ähnliche Körper vorhanden sind (Spectralanalyse).

Physikalische und chemische Wirkungen der verschiedenen Farben.

Neben den Farbenunterschieden des Spectrums, die dem Auge sichtbar sind, giebt es nun noch andere Unterschiede, die sich nicht dem Auge, wohl aber dem Thermometer und in der Wirkung auf gewisse Stoffe offenbaren. Führt man ein Thermometer über das Spectrum in der Richtung Roth : Violett hinweg, so bemerkt man die wärmste Stelle jenseits des Roth. Von da ab fällt es in demselben Mafse, als man sich dem Violett nähert.

Während also für das Auge das Gelb die intensivste Stelle des Spectrums ist, ist sie für das Thermometer jenseits des Roth, wo für unser Auge bereits Dunkelheit herrscht. Andere auffallende Unterschiede in der Wirkung der Spectralfarbe offenbaren sich bei den phosphorescirenden Körpern. Es wurde schon früher erwähnt, dafs die blauen und violetten Strahlen die Phosphorescenz viel kräftiger als die rothen erregen (s. Seite 12).

Ebenso auffallend ist die Wirkung auf die sogenannten fluorescirenden Substanzen. Es giebt nämlich Körper, wie Uranglas, Flufsspath, Stechapfeltinctur, Aesculintinctur, die in dem violetten und blauen Ende des Spectrums mit lebhaften Farben leuchten. Ja dieses Leuchten geht sogar über den blauen und violetten Theil des Spectrums hinaus und zeigt sich noch in dem ultravioletten Theile, der unserem Auge sonst dunkel erscheint. Es unterscheidet sich diese Fluorescenz von der Phosphorescenz nur dadurch, dafs letztere auch nach der Belichtung fortdauert, erstere aber nicht.

Die für unser Gebiet interessantesten Phänomene offenbaren sich aber in der chemischen Wirkung der verschiedenen Farben. Legt man ein Stück Chlorsilberpapier in das Spectrum, so bemerkt man, dafs dasselbe am tiefsten im Violett geschwärzt wird. Die Schwärzung geht aber noch weit über das Violett hinaus, wo für unser Auge nichts mehr bemerkbar ist, während sie nach dem hellen Ende des Spectrums hin abnimmt und schon im Grün fast vollständig verschwindet. Gerade das unserem Auge am hellsten leuchtende Gelb offenbart gar keine

chemische Wirkung, und gerade die Stellen jenseits des Violett, welche auf unser Auge und auf das Thermometer wirkungslos sind, zeigen eine intensive Action auf photochemisch empfindliche Körper.

Schon Suckow bemerkt, dafs Chlorknallgas unter einem blauen und violetten Glase sich unter Explosion entzündet, unter einem grünen, gelben und rothen aber nicht. Späterhin hat Seebeck die chemische Wirkung des Lichtes mit Hülfe des Chlorsilbers geprüft und gefunden, dafs dasselbe im Violett am intensivsten gebräunt wird. Draper hat diese Versuche wiederholt und eine Curve verzeichnet, die die chemische Wirkung in den verschiedenen Theilen des Spectrums ausdrückt (s. u.). Auf diesen Unterschieden in der chemischen Wirkung der Farben beruht die aufserordentlich verschiedene photographische Wirkung verschieden gefärbter Körper. Viele helle Körper, wie ein gelbes Band, werden in der Photographie oft schwarz, andere uns dunkel erscheinende, wie ein blaues Band, dagegen weifs. So giebt ein blaues Tuch mit gelbem Muster in der Photographie manchmal ein weifses Tuch mit schwarzem Muster. Ein violettes Kleid wird oft weifs. Ein Gelbsüchtiger bekommt leicht ein Mohrengesicht. Rothe Haare werden leicht schwarz, ebenso grüne Bäume.

Bei der Beurtheilung der photographischen Wirkung eines Farbenpigments kommt jedoch dessen Zusammensetzung wesentlich in Betracht. Die meisten unserer Farbenpigmente sind nicht so einfach, wie die Spectralfarben. Das Kobaltblau enthält eine Spur von Roth; das Blau des Kupferoxydammons enthält etwas Violett; die meisten Arten von Grün sind Mischungen von Blau und Gelb, die braunen Töne Mischungen von Blau oder Schwarz, Gelb und Roth etc. Man bemerkt dies schon, wenn man schmale Streifen der mit den betreffenden Stoffen gefärbten Zeuge oder Papiere auf eine schwarze Unterlage legt und durch ein Prisma betrachtet. Sie erscheinen dann nicht als einfarbige, sondern als mehrfarbige Streifen. Demnach werden die Wirkungen dieser verschiedenen Farbenpigmente in chemischer Hinsicht sehr verschieden sein, und ist es ein Irrthum für alle Fälle anzunehmen, dafs Gelb in der Photographie immer Schwarz, Blau immer Weifs werden müsse. Neapelgelb, das eine grofse Quantität Weifs beigemischt enthält, wird hell, das dem Auge heller erscheinende Chromgelb dagegen sehr dunkel in der Photographie. Die Wirkungen der verschiedenen blauen Töne ist wieder sehr verschieden, am hellsten wird Cobalt-Blau.

Von den rothen Tönen wird Zinnober und Chromroth sehr dunkel, der Krapplack dagegen, welcher eine bedeutende Quantität Violett enthält, hell. Die braunen Töne werden alle dunkel, die grünen verhalten sich verschieden, jenachdem sie mehr oder weniger Blau enthalten. Um diese merkwürdigen Unterschiede in der Wirkung der verschiedenen Farbentöne zu zeigen, haben wir eine Farbentafel ent-

worfen und eine Photographie danach angefertigt, die beide diesem Werke beiliegen*) und deren Studium für den Photographen, Maler und Gelehrten gleich interessant sein wird.

Hierher gehört nun noch eine interessante Erscheinung die unter dem Namen „Photographie des Unsichtbaren“ bekannt ist. Schreibt man mit einer Lösung von schwefelsaurem Chinin auf Papier, so erhält man eine unsichtbare Schrift. Photographirt man aber das Papier, so erscheint die im Original unsichtbare Schrift schwarz auf weiſsem Grunde.

Das schwefelsaure Chinin gehört nämlich zu den fluorescirenden Körpern (s. o.), welche die Eigenthümlichkeit haben, die stark brechbaren chemisch wirksamen Strahlen in Licht von geringerer Brechbarkeit, welches zugleich chemisch wenig oder nicht wirksam ist, zu verwandeln. (Die Chininschrift bleibt übrigens nicht lange unsichtbar, sondern färbt sich bald gelb.)

Die Differenzen in den photographischen Wirkungen verschiedener Farbentöne werden in der Praxis wesentlich durch den Umstand gemildert, daſs unsere gefärbten Stoffe neben ihrer Farbe noch mehr oder weniger weiſses Licht reflectiren, wie dies bei Seidenkleidern auffallend sichtbar ist. Auch bei grünen Blättern ist der matte Glanz der Oberfläche von wesentlicher Wirkung.

Die Verschiedenheit der Wirkung verschiedener Farbenpigmente ist aus ihrer verschiedenen Zusammensetzung leicht erklärlich. Merkwürdig ist nun aber, daſs auch die reinen Spectralfarben sich in Bezug auf ihre physikalische und chemische Wirkung oft verschieden verhalten, 1) nach der Natur der brechenden Substanz, aus welcher das Prisma besteht und 2) nach der Natur des Körpers, welcher zur Bestimmung der Wirkung des Lichtes angewendet wird. Nimmt man z. B. ein Wasserprisma, so findet sich die intensivste Wärmewirkung nicht in dem ultrarothen, sondern im gelben Theile, indem Wasser die Wärmestrahlen jenseits des Gelb absorbirt. Bei Flintglas ist die höchste Wärme jenseits des Roth, bei Crownglas im Roth (Seebeck). Aehnliche Verschiedenheiten zeigen sich bei dem anderen Ende des Spectrums. So absorbirt Schwefelkohlenstoff die ultravioletten Strahlen. Ein mit dieser Flüssigkeit gefülltes Hohlprisma zeigt daher jenseits des Violett keine chemische Wirkung. Crownglas absorbirt die ultravioletten Strahlen viel stärker als Flintglas. Am wenigsten absorbirt sie Quarz, deshalb wendet

*) Die Herstellung der Farbentafel hat besondere Schwierigkeiten gemacht. Es ist durchaus nicht leicht, die Farben absolut homogen aufzutragen. Hr. Korn, der rühmlichst bekannte Lithograph, hat das Problem schlieſslich dadurch noch am besten gelöst, daſs er gummirte Flächen noch feucht mit den betreffenden Farbenpulver bestäubte. Dennoch sind auch hier noch geringe Intensitätsunterschiede in denselben Farbenquadraten verschiedener Tafeln zu bemerken.

man zu Spectralversuchen gern Quarzprismen an. Daher ist die chemische Wirkung des Spectrums eine sehr verschiedene und wird sich mehr oder weniger tief in den ultravioletten Theil hinein erstrecken, jenachdem wir Crownglas- oder Flintglas- oder Quarzprismen anwenden.

Noch gröſsere Differenzen ergeben sich, wenn man die chemische Wirkung der verschiedenen Theile desselben Spectrums mit verschiedenen lichtempfindlichen Körpern untersucht. So zeigen sich, nach Herschel, Eisensalzen gegenüber selbst die grünen, gelben, rothen und ultrarothen Strahlen chemisch wirksam, während dieselben Silbersalzen gegenüber chemisch unwirksam sind.

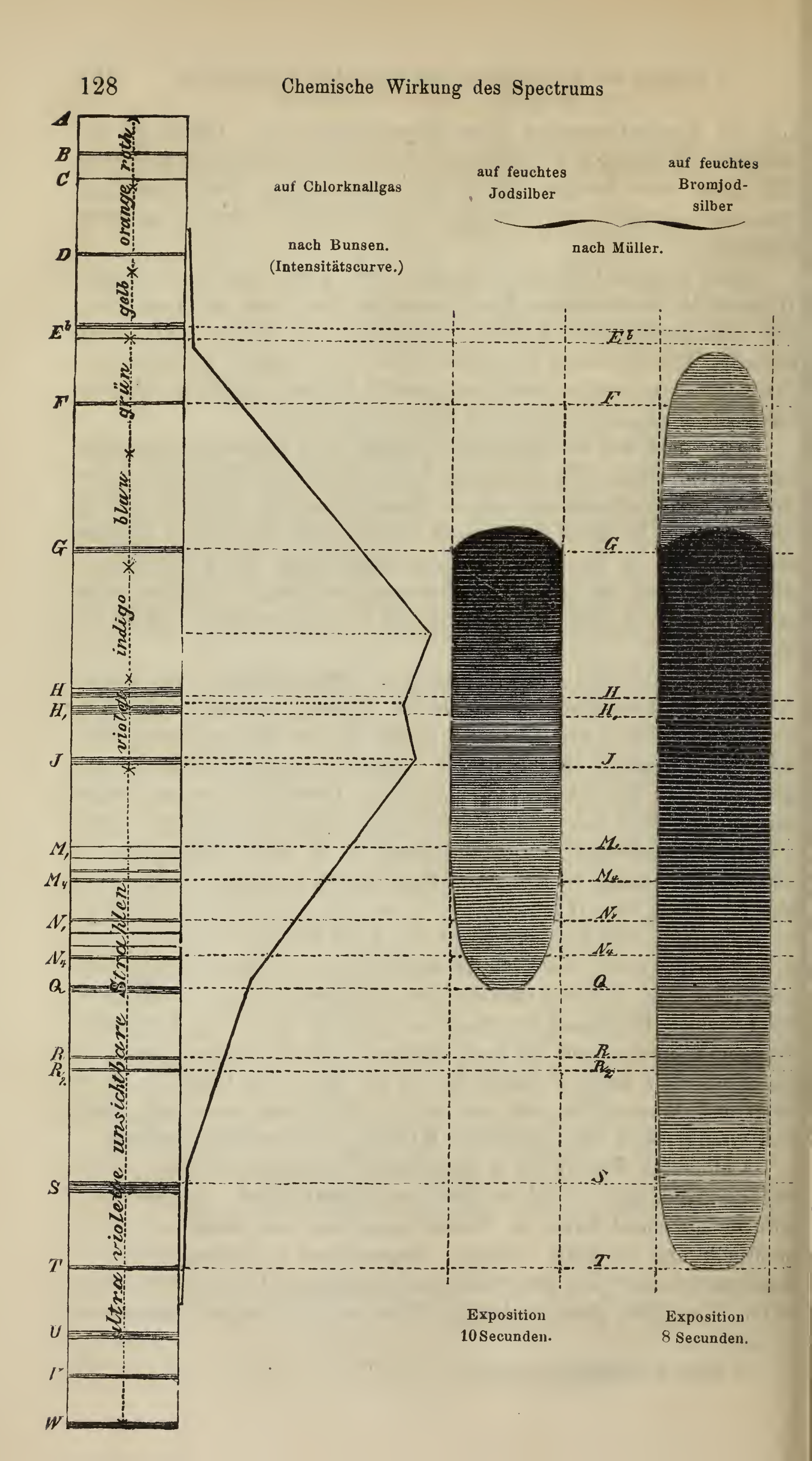
Aber auch bei den Silbersalzen zeigen sich bestimmt ausgeprägte Differenzen. Setzt man Jodsilber-, Bromsilber- und Chlorsilberplatten der Wirkung des Spectrums aus, so findet man, daſs Jodsilber jenseits der Linie *G* (im Blau) nicht mehr afficirt wird, Bromsilber dagegen zeigt sich bis in die Mitte des Grün empfindlich, und Fluorsilber soll sogar noch im Gelb eine Zersetzung erleiden. Jodsilber wird aber innerhalb derselben Belichtungszeit bedeutend stärker afficirt als Bromsilber.

Müller hat über diese Wirkung der Spectralfarben auf feuchte Jod- und Jodbromsilbercollodionplatten Versuche gemacht. Die Wirkung der verschiedenen Theile des Spectrums ist, wie aus diesen Platten, deren Copieen dem Verfasser vorliegen, augenscheinlich hervorgeht, durch die Belichtungszeit bedingt. Innerhalb 1 Secunde zeigte sich nur der Theil von *G* bis *H* auf Jodsilber chemisch wirksam*), nach 3 Secunden erstreckte sich die Wirkung bis *M*, nach 10 Secunden bis jenseits *N*, während sie innerhalb dieser Zeiten nach dem rothen Ende hin nur wenig über *G* hinausgeht. Es ist daher mit Wahrscheinlichkeit zu vermuthen, daſs Jodsilber gegen den Theil des Spectrums von *G* ab, d. h. von Blau (incl.) bis Roth unempfindlich ist. Jodbromsilberplatten zeigen dagegen noch eine sehr merkbare Wirkung jenseits der Linie *G*, bei 1 Secunde Belichtung tritt diese nur schwach hervor, bei 5 Secunden dagegen deutlicher und bei noch längerer erstreckt sie sich sogar ein Stück über die Linie *F* hinaus bis in die Mitte des Grün*). Es ist nicht unwahrscheinlich, daſs bei langer Belichtung auch Gelb, Roth und Orange noch eine chemische Wirkung auf Bromsilber äuſsern.

Chlorsilber scheint bis in Roth hinein empfänglich zu sein. Schon Seebeck fand, daſs es sich im Spectrum eigenthümlich, fast den Farben entsprechend färbe, im Violett braun, im Blau bläulich, im Gelb weiſsgelb und im Roth röthlich. Bequerel hat neuerdings sogar das Farbenspectrum in den Originalfarben auf einer mit Chlorwasser präparirten Silberplatte photographirt und Poitevin nach bunten Transparent-

---

*) Siehe die nachstehende Figur.


A
B
C
D
E^b
F
G
H
H,
J
M,
M_4
N,
N_4
O
R
R_2
S
T
U
V
W
roth
orange
gelb
grün
blau
indigo
violett
ultraviolette unsichtbare Strahlen
auf Chlorknallgas
nach Bunsen.
(Intensitätscurve.)
auf feuchtes
Jodsilber
auf feuchtes
Bromjod-
silber
nach Müller.
Exposition
10 Secunden.
Exposition
8 Secunden.

bildern auf Chlorsilberpapier Photographieen in natürlichen Farben erzeugt.

Eigenthümlich ist die Wirkung des Spectrums auf Chlorknallgas. Bunsen hat dieselbe sehr genau mit Hülfe seines chemischen Photometers (s. u.) untersucht. Die Wirkung auf Chlorknallgas erstreckt sich nach Bunsen noch bis in die Mitte des Orange hinein, bleibt sich bis an die Grenze zwischen Gelb und Grün ungefähr gleich, dann steigt sie stetig bis in die Mitte des Indigo, fällt dann wieder etwas bis in die Mitte des Violett, steigt abermals, erreicht ein zweites Maximum an der Grenze des Violett und sinkt dann allmählig im ultravioletten Raum. Diese Verhältnisse sind jedoch nicht constant, zu verschiedenen Tageszeiten wird man hier etwas verschiedene Resultate bekommen, da die verschiedenen Farben in ungleichem Mafse von der Atmosphäre absorbirt und dadurch in ihrer Wirkung mehr oder weniger gedämpft werden. Die Bunsen'schen Versuche haben mehrere Stunden erfordert, innerhalb welcher erhebliche Veränderungen in den Intensitätsverhältnissen der einzelnen Strahlen stattgefunden haben mögen.

Der beistehende Holzschnitt versinnlicht die Unterschiede der chemischen Wirkung des Spectrums auf Jodsilber- und Jodbromsilbercollodion und Chlorknallgas. Die Intensität der chemischen Wirkung des letztern ist hier durch eine Curve ausgedrückt, deren Höhe über der Horizontalen einen Mafsstab für die chemische Wirkung des senkrecht darunter liegenden Theils des Spectrums bildet. Die andern Figuren drücken die ungefähre Wirkung des Lichtes auf Jodsilber- und Jodbromsilbercollodion aus; sie sind Copieen der Müller'schen Originaltafeln.

Man ersieht aus den Figuren das fast plötzliche Aufhören der chemischen Wirkung auf Jodsilber jenseits der Linie G, das sogar in dem Bromjodsilberspectrum sich kenntlich macht. Ferner ersieht man, dafs das Maximum der Wirkung bei Chlorknallgas wie bei Jodsilber und Jodbromsilber zwischen G und H (Grenze zwischen Indigo und Violett) liegt. Auffallend ist das Correspondiren der Grenzen des Bromjodsilberspectrums mit den tiefsten Punkten der Chlorknallgascurve bei E und S.

Die Unwirksamkeit der gelben und rothen Strahlen auf Jod- und Jodbromsilber hat, wie bereits oben bemerkt, für den practischen Photographen mancherlei Uebelstände. Sie bietet jedoch auch andrerseits dem Photographen Vortheile, indem sie ihm erlaubt, seine lichtempfindlichen Platten in einem mit gelben Lichte erleuchteten Raume zu präpariren. Wäre gelbes Licht chemisch wirksam, so wäre der Photograph genöthigt, die lichtempfindlichen Platten in absoluter Dunkelheit zu machen und dieses dürfte nur unter vielen Uebelständen möglich sein.

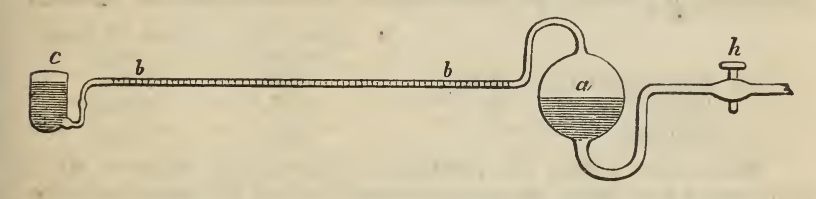
Nun müssen wir noch einer Erscheinung Erwähnung thun, die Bequerel und Moser specieller untersucht haben, und die darauf hinausläuft, dafs die an sich auf Jodsilber unwirksamen rothen und gelben Strahlen die Eigenthümlichkeit haben, die von blauen Strahlen eingeleitete Wirkung auf Jodsilber fortzusetzen. Belichtet man eine Daguerre'sche Jodsilberplatte kurze Zeit im blauen Licht und bringt sie dann in gelbes oder rothes Licht, so erscheint hier binnen kurzer Zeit ein Bild. Bequerel nennt deshalb die blauen Strahlen „rayons excitateurs“, die gelben und rothen „rayons continuateurs“.

Von der Messung der chemischen Intensität verschiedener Lichtquellen und den Grundzügen einer chemischen Meteorologie.

Sind schon die chemischen Wirkungen der verschiedenen Strahlen des Sonnenlichts wesentlich verschieden, so finden wir noch gröfsere Differenzen, wenn wir die chemische Wirkung verschiedener Lichtquellen als Ganzes mit einander vergleichen. Diese wird sich verschieden zeigen, jenachdem dieselben mehr oder weniger blaue, violette und ultraviolette Strahlen enthalten. Es giebt hell leuchtende Flammen, z. B. Gaslicht, die eine nur schwache chemische Wirkung äufsern, während andere schwach leuchtende, z. B. Schwefel, chemisch sehr intensiv wirken. Ebenso wird eine und dieselbe Lichtquelle, z. B. die Sonne, sich in chemischer Hinsicht höchst verschieden verhalten, jenachdem durch atmosphärische Einflüsse gröfsere oder geringe Quantitäten der stark brechbaren, chemisch wirkenden Strahlen absorbirt werden. Es ist nun für die photographische Praxis ein Gegenstand von hoher Wichtigkeit, Mittel zu besitzen, diese chemische Intensität des Tageslichtes zu verschiedenen Zeiten, sowie der verschiedenen Lichtquellen überhaupt quantitativ feststellen zu können.

Seebeck machte zuerst dahinzielende Versuche mit Chlorsilber, später suchte Draper diesen Zweck durch Bestimmung der Salzsäuremenge zu erreichen, die durch Wirkung des Lichtes auf Chlorwasser gebildet wird. Aber erst Bunsen und Roscoe gelang es, eine Methode aufzufinden, durch welche es ihnen möglich geworden ist, mit einer bisher nicht erreichten Genauigkeit photochemische Messungen zu machen und dadurch interessante, bisher ungeahnte Aufschlüsse zu liefern über die chemische Intensität des Tageslichts in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten, in verschiedenen Breiten und Höhen über der Meeresfläche und über die Wichtigkeit dieser Unterschiede für den Haushalt der Natur. Die Resultate dieser Untersuchungen sind um so bewundernswerther, als sie mit Schwierigkeiten verknüpft waren, deren Ueberwindung erst nach jahrelangen, mühevollen und geduldpeinigenden Arbeiten gelang. Sie sind in dieser Hinsicht vielleicht noch grofsartiger, als die neuesten Arbeiten Bunsen's über die Spectralanalyse.

Das chemisch empfindliche Medium, welches Bunsen und Roscoe zur Messung der Intensität versuchten, war ein Gemenge von gleichen Theilen Chlorgas und Wasserstoffgas, von Bunsen Chlorknallgas genannt. Dieses hat die Eigenschaft, sich bei starkem Lichte unter Explosion, bei zerstreutem Lichte langsam zu Chlorwasserstoff zu verbinden. Die Vermuthung, dafs die Menge des so erzeugten Chlorwasserstoffs der chemischen Lichtintensität proportional sei, lag nahe. Dieser Satz mufste jedoch erst experimentell erwiesen werden, ehe man das Chlorknallgas zur chemischen Photometrie benutzen konnte. Bunsen und Roscoe unternahmen diesen keineswegs leichten Nachweis. Sie entwickelten aus Chlorwasserstoffsäure mittelst einer electrischen Batterie das Chlorknallgas, und leiteten dieses in ein bauchiges Gefäfs *a* mit sehr enger, langer, graduirter Röhre *b*, die am anderen Ende ein weites, mit Wasser gefülltes Gefäfs *c* trug. Die Röhre *b* war so graduirt, dafs jeder Scalentheil ein bestimmter Bruchtheil von dem Rauminhalt des Gefäfses *a* war. Letzteres selbst war zur Hälfte mit Wasser gefüllt, und dieser, mit Wasser gefüllte untere Theil geschwärzt. Ein Hahn *h* diente zur Abschliefsung des Ganzen von dem Entwicklungsgefäfs des Chlorknallgases.



Der Apparat stand in einem dunklen Zimmer, in das durch Laden Licht gelassen werden konnte.

Metallschirme schützen denselben vor der strahlenden Wärme des Beobachters, ein Wassergefäfs vor der der Lichtquelle.

Läfst man auf dieses Insolationsgefäfs ein chemisch schwachwirkendes Licht, z. B. Gaslicht wirken, das in einer gemessenen Entfernung aufgestellt ist, so sieht man Anfangs keine Wirkung, nach circa 4 Minuten beginnt sie aber. Es bildet sich Salzsäure, diese wird vom Wasser in *a* absorbirt, in Folge dessen tritt eine Volumenverminderung des Gases ein, und das Wasser aus *c* tritt in die Röhre *b*. Aus dem Stande des Wassers in dieser Röhre kann man diese Volumenverminderung ablesen. Die Abnahme des Volumens wächst mit der Dauer der Bestrahlung, und steigt bis zu einem constant bleibenden Maximum. Je intensiver die Lichtstärke ist, in desto kürzerer Zeit tritt dieses Maximum ein. Man mufs bei der Beobachtung erst das Maximum eintreten lassen, dann die Scalentheile ablesen, um welche das Wasser in einer Minute in der Röhre *b* steigt. Die Anzahl derselben giebt ein Mafs für die chemische Wirkung, die bewufste Lichtquelle in einer Minute ausübt.

Wir können hier nicht auf ausführliche Erörterung der Versichtsmafsregeln und Correctionen eingehen, die bei diesen keineswegs leichten Versuchen zu beachten sind. Die Beschreibung derselben füllt viele Seiten in der so wenig gelesenen, aber so interessanten Originalabhandlung in Poggendorff's Annalen, Band 100 S. 43 und 481; Band 101, S. 235 und Band 108, S. 200.



Hier wollen wir nur anführen, dafs Bunsen wesentlich auf die Absorptionsverhältnisse Rücksicht nahm.

Wie schon früher erörtert wurde, wird das Licht beim Durchgange durch ein durchsichtiges Medium mehr oder weniger geschwächt, und werden Strahlen gewisser Brechbarkeit ausgelöscht. Durchstrahlt das Licht eine Schicht reinen Chlorgases, so wird in Folge dieser Absorption ein bedeutender Theil der ursprünglichen Lichtstärke verloren gehen, und dieser Verlust wird auch stattfinden (ganz abgesehen von der chemischen Wirkung) bei Durchstrahlung der Chlor- und Wasserstoffmischung. Bunsen und Roscoe bestimmten nun die Stärke dieser Absorption. Sie fanden, dafs dieselbe der Dichtigkeit des Gases proportional ist, aber verschieden, je nach den Lichtquellen. Durchstrahlt nun das Licht eine Chlorknallgasschicht, so wird die Schwächung durch Absorption wegen der um die Hälfte verringerten Dichtigkeit des Chlors nur halb so grofs sein, als bei reinem Chlor. Mifst man aber die Intensität des austretenden Lichts, so findet man dasselbe bedeutend mehr geschwächt, als wenn es eine reine Chlorgasschicht gleicher Dichtigkeit durchstrahlt hätte, und dieses Mehr kommt auf Rechnung der ausgeübten chemischen Action. So gehen bei Durchstrahlung einer 1 Millimeter dicken Chlorknallgasschicht verloren:

	Durch blofse Absorption	Durch chemische Action
bei Morgenlicht (8 — 12 Uhr) . . .	0,0229.	0,00265.
- Abendlicht (3 — 3½ -) . . .	0,0507.	0,01743.
- Gaslicht	0,0057.	0,00013.

Man ersieht daraus die qualitativen Unterschiede zwischen Morgen- und Abendlicht, die auch andererseits durch die photographische Praxis constatirt sind.

Zur Vergleichung der chemischen Wirkung der verschiedenen Lichtquellen bedient sich Bunsen einer Normalflamme von Kohlenoxydgas, die aus einem Platinbrenner von 7 Millim. Oeffnung ausströmte und in der Secunde 5 Cubikcent. Gas verbraucht. Die Wirkung einer solchen Flamme in 1 Millim. Entfernung nahm er als die chemische Lichteinheit und 10,000 solcher Einheiten als einen chemischen Lichtgrad an. Oder aber, er drückt die chemische Lichtintensität aus durch die Menge des gebildeten Salzsäuregases, das er sich in Prismen vom Querschnitt 1 bei 0° Temp. und 0,76 Millim. Druck vertheilt denkt, unter der Voraussetzung, dafs das Licht bis zur völligen Absorption gewirkt hat. So fand er z. B., dafs eine Steinkohlengasflamme chemisch doppelt so stark wirkte (bei gleichem Gasverbrauch), als die Kohlenoxydflamme, optisch (in Bezug auf die gewöhnliche Leuchtkraft) dagegen 160mal so stark. So ungeheuer verschieden sind die Verhältnisse der chemischen und optischen Leuchtkraft bei verschiedenen Lichtquellen. Anders ist es aber bei einer und derselben Lichtquelle. Hier bleibt, wie Bunsen constatirte, die optische Leuchtkraft der chemischen proportional, und dadurch wird es möglich, letztere mit Hülfe der ersteren zu messen, wenn für eine einzige optische Lichtstärke die zugehörige chemische Intensität gemessen ist. Dadurch macht es Bunsen möglich,

die chemische Intensität des blauen Himmels und des Sonnenlichtes für verschiedene Tages- und Jahreszeiten zu bestimmen, indem er ganz einfach die optischen Intensitäten zu verschiedenen Zeiten mafs, die chemische Intensität für eine bestimmte optische Intensität feststellte und aus diesen die den optischen Intensitäten proportionalen chemischen Intensitäten für die übrigen Stunden berechnete.

Chemische Intensität des blauen Himmelslichts.

Um die chemische Intensität des Lichtes des blauen Himmelsgewölbes genau zu bestimmen, gingen Bunsen und Roscoe an einem vollkommen wolkenlosen Tage auf den Gaisberg bei Heidelberg, bestimmten hier zunächst die optische Intensität des Himmelslichtes zu verschiedenen Tageszeiten und Sonnenhöhen mit Bunsen's Photometer, unter der Vorsicht, dafs das directe Sonnenlicht durch einen Schirm vom Photometer abgehalten wurde. Sie fanden, dafs die optische Intensität abhängig ist vom Sonnenstande; je höher derselbe, desto stärker ist sie. Sodann bestimmten sie die chemische Wirkung des Himmelsgewölbes für eine bestimmte optische Intensität und berechneten daraus die chemische Wirkung des Himmelsgewölbes zu verschiedenen Tagesstunden. Sie fanden durch Experimente in verschiedenen Jahreszeiten, dafs bei wolkenlosem Himmel die chemische Wirkung des gesammten Himmelsgewölbes bei gleicher Zenithdistanz der Sonne Vor- und Nachmittags dieselbe ist und die Temperaturverschiedenheiten und Feuchtigkeitsverhältnisse ohne Einflufs sind*).

Diese gewonnenen Resultate setzten Bunsen in den Stand, die chemische Intensität des reinen blauen Himmelsgewölbes für jede beliebige Zenithdistanz der Sonne zu berechnen und da nun aus der Breite und Länge eines jeden Ortes die Zenithdistanz der Sonne für jede einzelne Stunde aus astronomischen Tabellen bestimmt werden kann, so ist es auf Grund von Bunsen's Untersuchungen möglich, jetzt für jeden beliebigen Ort der Erde und für jede Tageszeit die chemische Intensität des blauen Himmelslichtes unter Voraussetzung eines wolkenlosen Tages zu berechnen.

Die Formel zur Berechnung der Zenithdistanzen ist:

$$\cos\varphi = \cos\delta \,.\, \cos t \,.\, \cos p + \sin\delta \,.\, \sin p.$$

φ ist die zu berechnende Zenithdistanz,
δ die Declination der Sonne am Beobachtungstage,
p die Polhöhe des betreffenden Orts,
t der Stundenwinkel der Sonne.

Letzterer ergiebt sich aus der Betrachtung, dafs die Sonne in 24 Stunden, von Mittag zu Mittag, 360° durchläuft, in einer Stunde daher 15°, in einer Minute $\frac{1}{4}$°; demnach ist z. B. der Stundenwinkel um 11 Uhr oder 1 Uhr (eine Stunde vor oder nach Mittag als Ausgangspunkt) 15°, um 2 Uhr und 10 Uhr 30° etc.

---

*) Mit diesen Ergebnissen stimmen die Erfahrungen der photographischen Praxis nicht ganz überein; das Vormittagslicht ist erweislich besser, als das Nachmittagslicht und Bunsen's Versuche über Absorption weisen hier ebenfalls qualitative Verschiedenheiten auf (s. o.).

Hat man nach dieser Formel die Zenithdistanzen φ für verschiedene Stunden berechnet, so erhält man die chemische Lichtintensität des gesammten wolkenlosen Himmelsgewölbes für diese Zeiten mit Hülfe der Formel

$$W = 2{,}776 + 80{,}849 \cos \varphi - 45{,}996 \cos^2 \varphi.$$

Diese Formel drückt die chemische Wirkung in Lichtgraden aus, welche innerhalb einer Minute auf ein horizontales Flächenelement ausgeübt wird.

Bunsen und Roscoe haben nun nach dieser Formel die chemische Lichtintensität des blauen Himmelsgewölbes für Zenithdistanzen von 31° bis 90° berechnet, und lassen wir die von ihnen entworfene Tabelle hier folgen:

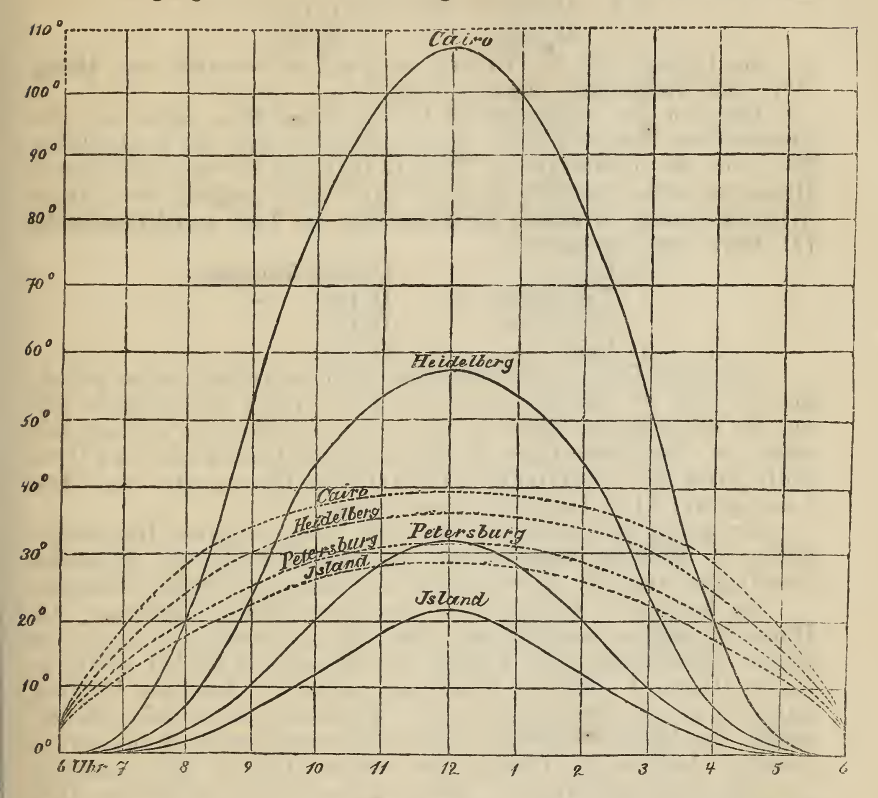
Zenith-distanz Grad	Licht-grade	Zenith-distanz Grad	Licht-grade	Zenith-distanz Grad	Licht-grade	Zenith-distanz Grad	Licht-grade	Zenith-distanz Grad	Licht-grade	Zenith-distanz Grad	Licht-grade
31	38,29	41	37,60	51	35,45	61	31,17	71	24,22	81	14,30
32	38,26	42	37,47	52	35,11	62	30,60	72	23,37	82	13,15
33	38,24	43	37.31	53	34,78	63	30,00	73	22,48	83	11,95
34	38,21	44	37,14	54	34,40	64	29,38	74	21,56	84	10.72
35	38,14	45	36,96	55	34,02	65	28,73	75	20,62	85	9,47
36	38,08	46	36,74	56	33,61	66	28,06	76	19,64	86	8,19
37	38,01	47	36,53	57	33,17	67	27,34	77	18,64	87	6,88
38	37,93	48	36,3	58	32,72	68	26,61	78	17,60	88	5,54
39	37,85	49	36,02	59	32,22	69	25,84	79	16,53	89	4,17
40	37,72	50	35,75	60	31,70	70	25,05	80	15,43	90	2,77

Aus dieser Tabelle kann man, wenn man die Zenithdistanzen schon kennt, die zugehörigen chemischen Lichtstärken leicht entnehmen. Bunsen und Roscoe haben beispielsweise die chemischen Lichtintensitäten für die verschiedenen Stunden eines Tages der Tag- und Nachtgleiche (21. März oder 21. September) für mehrere Orte der Erde unter verschiedenen Breiten: Cairo, Heidelberg, Petersburg, und Island in Tabellen zusammengestellt, deren nähere Betrachtung in hohem Grade interessant ist.

Man kann diese Intensität des Himmelslichtes in verschiedenen Tagesstunden am besten graphisch anschaulich machen, wenn man auf einer Horizontallinie die einzelnen Tagesstunden in gleichen Abständen aufträgt und darauf Senkrechte errichtet, deren Höhen den berechneten Intensitäten in Lichtgraden entsprechen. Verbindet man die Endpunkte dieser Höhen, so erhält man Curven, welche in ihrem Steigen und Fallen die Zu- und Abnahme der chemischen Intensität in verschiedenen Stunden sehr anschaulich versinnlichen. In beifolgendem Holzschnitt ersieht man in den punktirten Linien*) die in dieser Weise von Bunsen gezeichneten Intensitätscurven für den 21. September für Island, Petersburg, Heidelberg und Cairo. An diesem Tage (der Tag- und Nachtgleiche) geht für alle Orte der Erde die Sonne um 6 Uhr auf und unter.

*) Die Bedeutung der nicht punktirten Linien wird unten erörtert werden.

Man sieht aus der Tafel, wie schon beim Aufgange der Sonne eine merkliche chemische Wirkung stattfindet (die jedenfalls schon vor Sonnenaufgang in der Dämmerung vorhanden ist), wie dieselbe mit



der Sonne anfangs sehr schnell steigt, aber in der Zeit von 10 bis 2 Uhr ziemlich constant bleibt, dann wieder schnell fällt.

In der Zeit von 10 bis 2 Uhr wird daher die zu photographischen Aufnahmen nöthige Expositionszeit ziemlich dieselbe sein können; eine Stunde vorher oder nachher (9 Uhr und 3 Uhr) wird man schon etwas länger exponiren müssen. Von 3 bis 5 Uhr Nachmittags bemerkt man in der Praxis bei fortdauerndem Arbeiten die „Lichtverschlechterung“ in ebenso auffallender Weise, als die Curven in der Tafel sie ausdrücken.

Die berechneten Intensitäten geben leicht für eine bestimmte Stunde die nöthige Expositionszeit. In Heidelberg z. B. ist am 21. September die Intensität um 4½ Uhr 20°, um 12 Uhr dagegen 35°.

Die Expositionszeiten werden sich nun umgekehrt wie die Intensitäten verhalten. Hat man demnach z. B. bei einem Portrait um 12 Uhr circa 20 Secunden nöthig gehabt, so wird man um 4½ Uhr 35 Secunden exponiren müssen, einen vollkommen heiteren Tag vorausgestzt.

Man sieht ferner, wie in den Früh- und Abendstunden die Unter-

schiede in der chemischen Wirkung bei den verschiedenen Orten der Erde beträchtlicher sind, als am Mittag. Das Verhältniſs von Island zu Cairo ist z. B.:

Morgens 7 Uhr wie 11 : 18,
Mittags - 29 : 38.

Im Uebrigen ist die Wirkung bei gleichem Abstande vom Mittag Vor- und Nachmittags dieselbe (s. o.).

Der von den verschiedenen Curven überwölbte, unten von der Stundenlinie begrenzte Raum giebt uns gleichzeitig ein anschauliches Bild von der chemischen Totalwirkung, die vom gesammten Himmelsgewölbe innerhalb eines ganzen Tages ausgeübt wird. Diese Wirkung beträgt in Zahlen für einen Tag der Tag- und Nachtgleiche (21. März oder September):

für Island	15,020	Lichtgrade,
- Petersburg . . .	16,410	-
- Heidelberg . . .	19,100	-
- Cairo	21,670	-

Alle diese Zahlen, sowie die oben erwähnte Tabelle, gelten jedoch, dies ist sehr zu beachten, nur für zwei Tage des Jahres und nur für die bewuſsten Orte der Erde, sowie für solche, die mit denselben in einer Breite liegen.*) Für alle übrigen Tage und Orte muſs man die chemischen Lichtintensitäten erst aus den oben genannten Formeln berechnen.

Sie gelten ferner nur für den Fall, daſs das ganze Himmelsgewölbe zur Wirkung kommt; wird dasselbe theilweise von Gebäuden oder Bergen verdeckt, so wird auch die chemische Wirkung verringert.

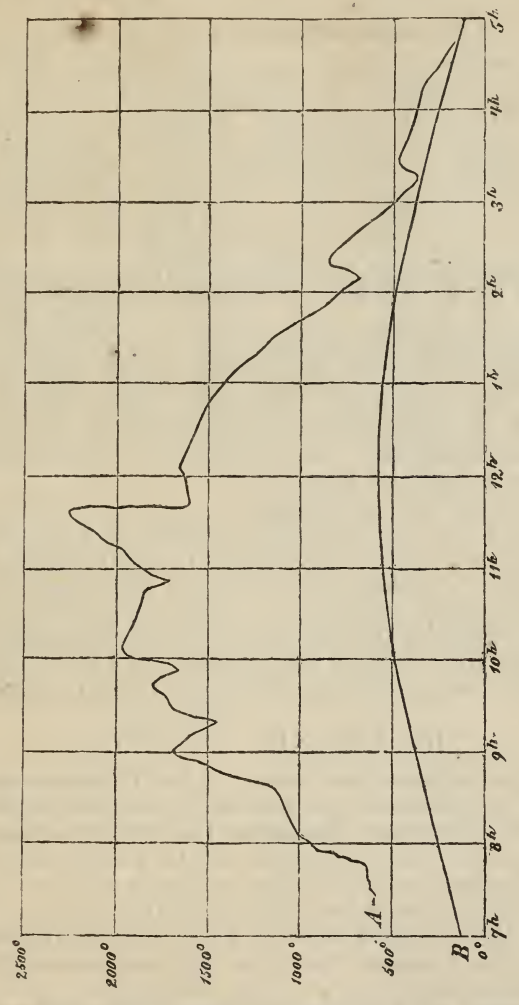
So kommt in Ateliers im günstigsten Falle höchstens $\frac{1}{4}$ des Himmelsgewölbes zur Wirkung, und um so weniger, je tiefer sie liegen. Ferner gelten die Formeln nur für einen absolut wolkenlosen Himmel. Mit der Bewölkung variirt die chemische Wirkung ungeheuer; sie schwindet bis auf 0 zusammen, wenn dicke Wetterwolken den Himmel bedecken; eine dünne weiſse Wolkenschicht verstärkt dagegen die Wirkung des blauen Himmels ganz erheblich.

Um dies nachzuweisen, machte Bunsen am 5. October 1856 zu Heidelberg eine Reihe von Messungen, und hat diese ebenfalls durch Zeichnung anschaulich gemacht. In beifolgender Figur ersieht man die Resultate. Die zickzackförmig hin- und herspringende Curve drückt die wechselnde Intensität des chemischen Lichtes des theilweise bewölkten Himmels aus, die andere regelmäſsige Curve zeigt die Intensität, wie sie bei vollkommen reinem Himmel ist.

Bunsen schreibt darüber (Poggendorff's Annalen Bd. 108 S. 237): „Von 7 Uhr Morgens bis nach 12 Uhr war der Himmel mit einem Wolkenschleier von wechselnder Dichtigkeit bedeckt, durch welchen die Sonne nur schwach hindurchschien. In den ersten Nachmittagsstunden verlor sich die Trübung allmählig, so daſs nach 2 und 3 Uhr nur noch einzelne lichte Wolken über den Zenith zogen und der Himmel nach 3 und 4 Uhr ganz wolkenlos war. Diese Veränderungen drücken sich in der Curve deutlich aus. Man ersieht, daſs ein leichter

*) Mi Heidelberg liegen folgende deutsche Ortschaften annähernd in derselben Breite: Landstuhl, Kaiserslautern, Rothenburg (Anspach), Nürnberg, Fürth, Amberg, Klattau (Prag), Tabor, Iglau, Brünn etc.

Wolkenschleier das Beleuchtungsvermögen des zur Beobachtung gewählten Himmelstückes um mehr als das Vierfache erhöhen kann.“



Demzufolge hat man auch bei theilweise bewölktem Himmel in Bezug auf die Wahl der photographischen Expositionszeit keine so sicheren Anhaltspunkte. Dafs ein theilweise bewölkter Himmel unter Umständen bedeutend intensiver wirkt, als ein rein blauer, merkt man oft in auffallender Weise beim photographischen Copirprocefs.

Die hier gegebenen Daten sind von Belang für alle photographischen Arbeiten, bei denen das directe Sonnenlicht ausgeschlossen ist, das sind Portraitaufnahmen im Atelier und Copirarbeiten.

Tritt aber die Sonne mit in Wirksamkeit, wie bei Landschaftsaufnahmen und z. Th. beim Copirprocefs, so werden die Resultate wesentlich andere. Bunsen hat nun in derselben Weise, wie oben die chemische

Intensität des Himmelslichts, die chemische Wirkung des directen Sonnenlichts gemessen.

Chemische Intensität des Sonnenlichts.

Die chemische Intensität des Sonnenlichts variirt nun sehr beträchtlich in Folge der lichtabsorbirenden Wirkung der Atmosphäre. Diese lichtabsorbirende Wirkung der Atmosphäre ist nun bedingt: 1) durch ihre Dichtigkeit, 2) durch die Länge des Weges, den die Strahlen in derselben durchlaufen. Deshalb ist dieselbe zu verschiedenen Tageszeiten sehr verschieden; bei niedrigem Sonnenstande ist der von den Strahlen in der Atmosphäre durchlaufene Weg viel länger, als bei hohem. Bunsen bestimmte nun die chemische Intensität des Sonnenlichts zu verschiedenen Tageszeiten und fand daraus, dafs, wenn das Sonnenlicht eine 22,000 Mtr. starke Luftschicht von 0,76° Druck durchstrahlt, seine chemische Wirkung bis auf $\frac{1}{10}$ der ursprünglichen Stärke geschwächt wird. Bei geringerem Barometerstand ist die Absorption geringer. Demnach wird die chemische Leuchtkraft der Sonne auf hohen Bergen stärker sein als am Meeresspiegel, um die Mittagsstunde bedeutend stärker, als Morgens oder Abends (weil Mittags der von den Strahlen in der Atmosphäre durchlaufene Weg beträchtlich kürzer ist).

Aufserhalb der Atmosphäre, wo die Sonne durch nichts geschwächt wird, ist ihre chemische Intensität, d. h. ihre Wirkung auf eine senkrecht zu den Strahlen stehende Fläche immer dieselbe. Bunsen berechnete diese Wirkung (mit Zugrundelegung der von ihm gemessenen Absorption in der Atmosphäre) auf 318 Lichtgrade. Die chemische Wirkung innerhalb der Atmosphäre aber fällt in demselben Mafse, als die Barometerhöhe und die Zenithdistanz der Sonne wächst; sie ist in Bezug auf ein horizontales Flächenelement

$$W = \left(318{,}3 \times 10^{-\frac{0{,}4758\,P}{\cos\varphi}}\right)\cos\varphi,$$

wo φ die Zenithdistanz der Sonne, P den Barometerstand bedeutet. Bunsen hat aus dieser Formel mehrere höchst interessante Daten berechnet. So beträgt die chemische Intensität des Sonnenlichts am Meeresspiegel bei senkrechtem Auffallen 130°; da sie nun aufserhalb der Atmosphäre 318° beträgt, so gehen $\frac{2}{3}$ der chemischen Leuchtkraft in der Atmosphäre verloren.

In der Höhe des Montblanc ist die chemische Wirkung der Sonne bei senkrechtem Einfallen $1\frac{1}{2}$mal, bei 45° Zenithdistanz 2mal so grofs, als am Meeresspiegel.

Den Einflufs des Luftdrucks mögen folgende Zahlen illustriren:

Bei 750 Ml. Barometerhöhe ist die Wirkung in Lichtgraden	140°,
- 700 - - - - - - - -	148°,
- 600 - - - - - - - -	165°;

140 Lichtgrade sind aber 1,400,000 Lichteinheiten, demnach wirkt die Sonne 700,000mal intensiver als eine Steinkohlengasflamme (s. Seite 132).

Offenbar kann man nun mit der oben gegebenen Formel für jeden beliebigen Ort der Erde und für jede beliebige Stunde unter Voraussetzung einer bestimmten Barometerhöhe aus der Sonnenhöhe die chemische Intensität des directen Sonnenlichts berechnen.

Bunsen hat diese Berechnung ausgeführt für einen Tag der Tages- und Nachtgleiche für Cairo, Neapel, Heidelberg, Petersburg und Island.

So ist zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche, Mittags 12 Uhr, bei 0,76° Druck die Wirkung

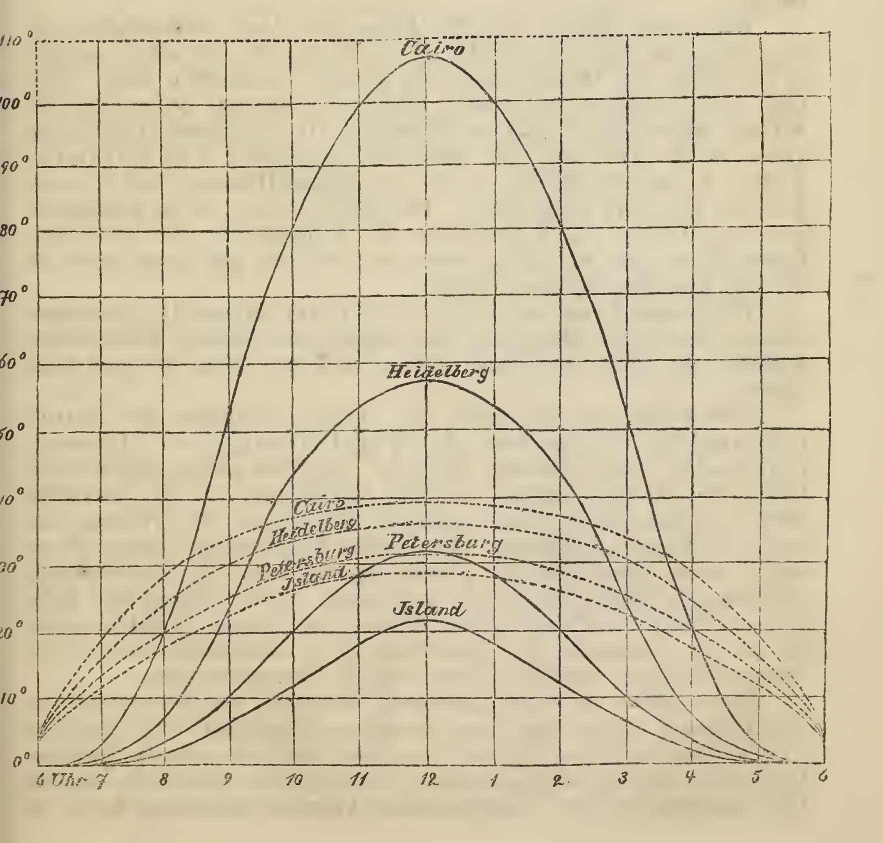
für Cairo . . . . . 105°,
- Heidelberg. . . 57°,
- Island . . . . 21°.

Noch gröſser sind diese Unterschiede in den Zeiten 9 Uhr und und 3 Uhr; dann sind sie

für Cairo . . . . . 50°,
- Heidelberg . . . 24°,
- Island . . . . . 6°.

Die Differenzen sind demnach um so gröſser, je weiter die Sonne vom Mittag ab steht.

Am anschaulichsten werden diese Verhältnisse aus einer graphischen Darstellung, ähnlich wie die oben gegebene von der Intensität des blauen Himmelslichtes. Wir geben diese in den ausgezogenen Linien der beistehenden Figur für Cairo, Heidelberg, Petersburg und Island für einen Tag der Tag- und Nachtgleiche.



Wir sehen aus dieser Darstellung, wie zur Zeit des Sonnenaufgangs die chemische Wirkung der directen Sonne überall gleich 0 ist, wie sich in Cairo erst um 6½ Uhr, in Neapel um circa 6¾ Uhr, in Island erst um 7 Uhr eine merkbare chemische Wirkung der Sonne nachweisen läfst, wie diese dann für die nördlichen Orte langsam, für die südlichen rasch ansteigt, Mittags ihren höchsten Stand erreicht und Nachmittags wieder rasch fällt, in demselben Mafse, wie sie Vormittags gestiegen, bis sie endlich schon vor Sonnenuntergang verschwindet. Von besonderem Interesse sind nun die Vergleiche zwischen der chemischen Intensität des Sonnenlichts und des blauen Himmelslichts für dieselben Orte der Erde. Die beistehende Tafel, in welcher die Intensitätscurven für Himmelslicht und Sonnenlicht gleichzeitig eingetragen sind, giebt dazu ein treffliches Mittel an die Hand. Wir ersehen daraus, dafs um Sonnenaufgang und Untergang, wo die Sonne, obgleich dem Auge sichtbar, noch chemisch unwirksam ist, der blaue Himmel schon überall kräftige Wirkungen äufsert, wie diese Wirkungen rasch ansteigen, während die chemische Sonne gleichsam erst aufgeht, dann aber sich in majestätischer Curve erhebt, um die Wirkung des anfangs vorangeeilten Himmelslichts zu überflügeln, wenigstens was die südlichen Orte anbetrifft.

Wir sehen daraus, wie für Island das blaue Himmelslicht für sich allein viel intensiver wirkt, als die Sonne für sich allein und nur in der Nähe der Mittagsstunde von letzterer übertroffen wird. (Für Orte, noch nördlicher als Island, bleibt die Intensität der Sonne auch Mittags unter der des blauen Himmels.) In südlicheren Breiten dagegen ist die Intensität der Sonne zu gewissen Tagesstunden gröfser, zu anderen kleiner als die des blauen Himmels, und bei einer gewissen Zeit sind beide gleich. Das ist der Punkt, wo die zusammengehörigen Curven für Sonnenlicht und Himmelslicht sich schneiden. Dieser Punkt tritt an allen Orten ein, wo sich die Sonne mehr als 20° 56′ über den Horizont erhebt.

Wir sehen ferner die Curve des blauen Himmels langsamer steigen und um die Mittagszeit sich nahezu auf derselben Höhe halten, während die Curve der Sonne sich in südlichen Orten jäh und rasch erhebt.

Merkwürdig ist nun auch der Vergleich zwischen der Totalwirkung der Sonne und der Totalwirkung des Himmels innerhalb eines ganzen Tages. Ein Bild davon gewährt die Gröfse der Fläche, welche von den betreffenden Curven überwölbt wird, wie wir dieses schon oben bei Besprechung der Wirkung des blauen Himmels ausführten. Die blofse Betrachtung unserer Figur ergiebt dann schon, dafs für Petersburg und Island die Totalwirkung des Himmels gröfser ist, als die der Sonne; in Heidelberg sind beide nahezu gleich; in Cairo ist die Wirkung der Sonne 1¾mal so grofs, als die des Himmels. In Petersburg ist es umgekehrt; hier ist die Himmelswirkung doppelt so grofs, wie die Sonnenwirkung.

Diese Zahlen über die chemische Intensität des Sonnenlichts zu verschiedenen Zeiten sind von besonderer Wichtigkeit für die Vergröfserungsphotographie. In dieser wird das directe Sonnenlicht allein als Lichtquelle benutzt. Es ist daher erklärlich, wie die Leistungsfähigkeit der Vergröfserungs-Apparate einerseits durch die

Tagesstunde, andererseits durch die geographische Breite der Ortschaften, endlich durch die Jahreszeit bedingt ist. Hier wäre es von besonderer Wichtigkeit, Intensitätstabellen des Sonnenlichts für jeden einzelnen Tag des Jahres zu besitzen, die dann freilich nur für Orte derselben Breite gelten. Diese Daten lehren auch, wie unzuverlässig die Angaben von Fabrikanten sind, die auf das Gerathewohl von ihren Vergröſserungs-Apparaten behaupten, sie lieferten eine Copie in 15 bis 30 Minuten bei gutem Lichte. Das sogenannte gute Licht (ungetrübtes Sonnenlicht) ist in seiner chemischen Intensität sehr verschieden, je nach den Umständen, die wir oben geschildert.

Nun arbeitet der Photograph nur ausnahmsweise mit Sonnenlicht allein (wie bei Vergröſserungen), desto öfter aber mit Sonnen- und Himmelslicht gemeinschaftlich, wie bei Landschaftsaufnahmen und beim Copiren; deshalb ist es interessant, die Summenwirkung beider kennen zu lernen.

Um die gemeinschaftliche Wirkung von Sonnen- und Himmelslicht zu finden, braucht man nur die Einzelwirkung beider für die betreffende Zeit zusammen zu addiren. So ist z. B. für Heidelberg am 21. März früh 9 Uhr die Stärke

des Himmelslichts	30,24°,
- Sonnenlichts	23,99°,
in Summa . .	54,23°.

Ebenso kann man die Summenwirkung beider für einen ganzen Tag finden.

Addirt man so die Wirkung für den Tag der Tag- und Nachtgleiche, so erhält man als Totalwirkung für den ganzen Tag:

für Island	20,980,
- Petersburg . . .	25,340,
- Heidelberg . . .	37,340,
- Cairo	58,110,

demnach variirt die Summenwirkung für den ganzen Tag nur wenig mit der geographischen Breite; sie ist in Cairo ungefähr dreimal, in Heidelberg ungefähr zweimal so groſs, wie in Island. Also wird man an einem heiteren Tage der Tag- und Nachtgleiche in Heidelberg zweimal so viel, in Cairo dreimal so viel Bilder copiren können, wie in Island. Oder umgekehrt wird die Exposition im letzteren Lande im Mittel resp. doppelt und dreimal so lange dauern müssen, unter der Bedingung, daſs Sonne und Himmel gleichzeitig benutzt werden. Gleich bedeutsame Folgerungen ergeben sich daraus für die Landschaftsphotographie. Man denke sich einen im Freien aufgestellten Gegenstand; dieser wird auf der Sonnenseite von Sonnen- und Himmelslicht, auf der Schattenseite von Himmelslicht allein erleuchtet. Nehmen wir die Intensität des Himmelslichts auf beiden Seiten als gleich an, so ergiebt sich beispielsweise aus unseren Tabellen die Lichtstärke in Heidelberg am 21. März:

	Himmelslicht	Sonnenlicht	Summa rund
früh 9 Uhr	30,24	23,99	54
12 -	35,91	57,62	93,5.

Demnach wird die Lichtintensität auf der Schattenseite des Körpers von 9 bis 12 Uhr früh dieselbe bleiben (sie steigt nur von 30 auf 35,9, während die Lichtintensität auf der Sonnenseite um 12 Uhr beinahe doppelt so groſs ist, als um 9 Uhr. Die Licht- und Schattendifferenzen

sind deshalb um diese Zeit viel greller, und wird dieses sich auch im Bilde bemerkbar machen und seiner Schönheit mehr oder weniger Eintrag thun; die Expositionszeit wird man, da die Schattenseiten um 12 Uhr nicht viel heller sind, als um 9 Uhr, und auch diese hinreichend ausexponirt erscheinen müssen, um 12 Uhr nur wenig niedriger wählen dürfen, als um 9 Uhr (z. B. 36 Secunden um 9 Uhr, 30 Secunden um 12 Uhr), wobei man dann freilich Gefahr läuft, dafs die Lichter auf der anderen Seite „überexponirt" sind. Diese grellen Licht- und Schattendifferenzen werden sich um so weniger bemerklich machen, je niedriger, um so mehr, je höher die Sonne steht. Sie sind daher, abgesehen von der Tageszeit, im Sommer viel energischer als im Frühling, Herbst und Winter. Im Winter steht die Sonne oft selbst um die Mittagszeit so tief, wie im Hochsommer des Abends, so dafs ihre Wirkung weit hinter der des Himmelslichts zurückbleibt. Es ist daher klar, welche tief eingreifenden Unterschiede in Bezug auf den Lichteffect in Bildern, die zu verschiedenen Jahreszeiten aufgenommen sind, sich zeigen werden, und wie wichtig deshalb die genaue Kenntnifs des Sonnenstandes und der Sonnenintensität in verschiedenen Zeiten für den denkenden Landschaftsphotographen ist.

Wir verdanken dem Director der Sternwarte, Herrn Dr. Förster hierselbst, folgendes Täfelchen, welches die Sonnenhöhen für Berlin für 12 Tage des Jahres enthält, die ungefähr um 4 Wochen auseinander liegen und in dem auch der längste und kürzeste Tag, sowie die beiden Tag- und Nachtgleichen aufgenommen sind.

Sonnenhöhen

für volle Stunden vor oder nach Mittag*) (Polhöhe Berlin).

	0^{h} Grad	1^{h} Grad	2^{h} Grad	3^{h} Grad	4^{h} Grad	5^{h} Grad	6^{h} Grad	7^{h} Grad	8^{h} Grad	Sonnen-aufg. a. m.	Sonnen-unterg. p. m.
21. Jan.	17,6	16,4	13,0	7,7	0,0					4^{h}	4,24^{h}
21. Febr.	26,9	25,6	21,9	16,1	8,8	0				4,52^{h}	5,21^{h}
22. März	37,5	36,0	31,8	25,4	17,7	9,0	0			5,58^{h}	6,14^{h}
22. April	49,7	47,9	43,1	36,0	27,7	18,8	9,7	0		7,10^{h}	7,8^{h}
22. Mai	57,9	55,7	50,4	42,8	34,2	25,0	16,0	7,0	0	8,4^{h}	7,57^{h}
21. Juni	61,0	58,8	53,1	45,3	36,5	27,4	18,4	9,3	2,30	8,22^{h}	8,24^{h}
22. Juli	57,9	55,7	50,4	42,8	34,2	25,0	16,0	7,0	0	7,55^{h}	8,6^{h}
22. Aug.	49,3	47,6	42,8	35,7	27,4	18,5	9,4	0		7,6^{h}	7,10^{h}
23. Sept.	37,5	36,0	31,8	25,4	17,7	9,0	0			6,13^{h}	5,56^{h}
22. Oct.	26,4	25,2	21,4	15,7	8,4	0				5,22^{h}	4,50^{h}
21. Nov.	17,6	16,4	13,0	7,7	0					4,28^{h}	3,58^{h}
21. Dec.	14,1	13,0	10,0	4,8						3,50^{h}	3,46^{h}

*) Die Sonnenhöhen vor und nach Mittag differiren ein wenig. Der Unterschied ist für unsere Zwecke nicht von Belang und deshalb vernachlässigt. Der Sonnenaufgang und Sonnenuntergang ist nach seinem Zeitabstande vom Mittag angegeben. Die Zahlen p. m. stimmen mit den Uhrzeiten des Nachmittags überein. Die Zenithdistanzen der Sonne findet man für die verschiedenen Stunden, wenn man die betreffenden Sonnenhöhen von 90^{0} subtrahirt.

Die nähere Betrachtung dieses Täfelchens wird manchen Photographen, der ein wenig über seine Kunst nachdenkt, höchlich überraschen.

Die Zahlen 1^h, 2^h u. s. w. bedeuten die vollen Stunden sowohl vor als nach 12 Uhr; diese Stunde ist mit 0^h bezeichnet.

Aus den ersten Spalten übersieht man den überraschenden Unterschied in der Sonnenhöhe um die Mittagszeit in den verschiedenen Monaten. Am höchsten steht sie zur Sommersonnenwende (21. Juni), am tiefsten zur Wintersonnenwende (21. December). Am 21. December Mittags steht die Sonne z. B. nicht höher, als am 21. Juni Abends $6\frac{1}{2}$ Uhr!! Ein Beweis, dafs für Arbeiten mit Sonnenlicht die Abendzeit im Juni eben so brauchbar ist, als die Mittagszeit im December.

Ferner ersieht man die kurze Dauer des Tages in den Wintermonaten*), sowie die Gleichheit in der Sonnenhöhe für die gleich weit von der Sommer- resp. Wintersonnenwende ab liegenden Tage, z. B. am 21. Januar und 21. November, am 21. Februar und 22. October, am 22. März und 23. September, am 22. April und 22. August, am 22. Mai und 22. Juli.

Ueber die aus dieser Tabelle sich ergebenden ästhetischen Folgerungen werden wir im III. Theil unseres Buches berichten.

Noch mehr Bedeutung gewinnen aber die darin enthaltenen Zahlen, wenn wir daraus die chemischen Intensitäten des Sonnen- und Himmelslichts für die betreffenden Tage berechnen. Verfasser hat diese Berechnung ausgeführt und giebt sie in der angehängten Tabelle. Die Nutzanwendungen, die sich daraus für die photographische Praxis ziehen lassen, liegen auf der Hand. Sie geben uns eine Uebersicht über das ideale chemische Wetter von Berlin und den übrigen Orten von gleicher Breite, d. h. der chemischen Lichtintensität von Sonne und Himmel an einem absolut heiteren Tage des betreffenden Datums. Wettereinflüsse werden diese Zahlen zwar sehr erheblich modificiren (siehe oben Einflufs der Wolken), dennoch behalten sie als Anhaltspunkte ihren Werth. Wahrscheinlich ist es, dafs trotz der durch diese Einflüsse hervorgerufenen Störungen die chemische Intensität des Lichts an demselben Orte der Erde eine ähnliche constante Gröfse ist, wie die mittlere Jahreswärme. Künftige Forschungen müssen über diesen Punkt noch weitere Aufklärung geben. Nothwendig ist aber vor Allem ein Apparat, der die Feststellung der chemischen Intensität des Lichts mit derselben Leichtigkeit gestattet, wie die Messung der Luftwärme mit dem Thermometer. Das Bunsen'sche Chlorknallgas-Photometer ist für diesen Zweck zu complicirt.

Neuerdings ist es aber Bunsen und Roscoe gelungen, einen neuen Apparat zu construiren, der die Messung der chemischen Intensität des Lichts mit viel gröfserer Leichtigkeit gestattet, als der Chlorknallgas-Apparat. Das ist der sogenannte Pendelphotometer.

Dasselbe gründet sich auf die Farbenveränderung, welche photographisch präparirtes Papier in chemisch wirksamem Licht erfährt.

Badet man ein Stück mit Kochsalz getränktes, photographisches Rohpapier in Silberlösung und trocknet es, so erhält man ein chlor-

*) Diese ist mit Rücksicht auf die mit Bestellungen gesegnete Weihnachtszeit oft übel genug.

silber- und höllensteinhaltiges lichtempfindliches Präparat, welches im Lichte sich anfangs violett, dann blauviolett, endlich braun und broncefarben färbt.

Je intensiver das Licht chemisch wirkt, desto schneller färbt sich ein solches empfindliches Papier dunkel, und Bunsen und Roscoe wiesen nun nach, dafs bei einem Papier von gewisser Präparation die Zeit, welche nöthig ist, eine ganz bestimmte Färbung hervorzubringen, der chemischen Lichtstärke genau umgekehrt proportional ist. Darauf gründet sich nun ihr neues chemisches Photometer.

Dieses Photometer besteht aus einem lichtempfindlichen Papier von constanter Empfindlichkeit.

Dieses wird folgendermafsen hergestellt:

300 Gramm chemisch reines Kochsalz werden in 10 Liter Wasser gelöst und in einen grofsen Zinkblechkasten gegossen. In diese Lösung taucht man photographisches Rohpapier vollständig unter, bewegt hin und her, um die Luftblasen zu entfernen und läfst es fünf Minuten in der Flüssigkeit, dann wird es vertical herabhängend getrocknet. Die Bogen können so monatelang aufbewahrt werden. Die angewendete Flüssigkeitsmenge reicht zur Präparation von 70 Bogen von 30 Quadratcentimeter hin. Behufs der Sensibilisirung schneidet man die Bogen in vier Theile und läfst sie auf einem Bade, das 12pCt. Silber enthält, zwei Minuten schwimmen. 1 Liter Silberbad reicht hin zur Sensibilisirung von 125 Bogen. Das gesilberte Papier läfst man an der Luft trocknen und bewahrt es im Dunkeln. Es hält sich unverändert 24 Stunden.

Ein so bereitetes Papier zeigt immer die gleiche Lichtempfindlichkeit, wie Bunsen und Roscoe durch eine Reihe höchst sorgfältiger Versuche feststellten*).

Von diesem Papier wurden Streifen geschnitten und diese verschiedene Zeit dem zu messenden Lichte ausgesetzt, bis dieselben eine ganz bestimmte bräunliche Färbung erreicht hatten.

Diese Färbung wurde durch Vergleichung mit einer Normalschwärze festgestellt, welche sie folgendermafsen bereiteten:

Man läfst eine Terpentinöllampe unter einer mit Wasser gefüllten kalten Porzellanschale brennen, glüht den abgesetzten Rufs in einem Platintiegel fünf Minuten lang, mischt ihn kalt mit 1000mal so viel chemisch reinem, fünf Minuten lang geglühten Zinkoxyd und fügt Wasser, dem $\frac{8}{1000}$ Hausenblase zugesetzt ist, als Bindemittel zu, reibt das Ganze auf einem Reibstein 1 Stunde, trocknet es im Wasserbade, reibt es abermals und wiederholt diese Operation noch zweimal. (Es ist diese Wiederholung nöthig, weil das Präparat anfangs bei fortgesetztem Reiben dunkler wird.) Mit dieser Schwärze bestreicht man einen Papierstreifen möglichst dick und gleichmäfsig und benutzt diesen

*) Die Versuche finden sich beschrieben in Poggendorff's Annalen Bd. 117, S. 529, und enthalten manche für den photographischen Positivprocefs interessante Facta. So fanden Bunsen und Roscoe 1) dafs die Empfindlichkeit des Papieres dieselbe bleibt, wenn auch die Stärke des Silberbades von 12 auf 8 pCt. sinkt, 2) dafs ein Gehalt des Bades an salpetersaurem Natron der Empfindlichkeit keinen Eintrag thut, 3) dafs mit dem Salzgehalt des Papieres seine Empfindlichkeit steigt, 4) dafs die Dicke des Papieres ohne Einflufs auf seine Empfindlichkeit ist.

zur Vergleichung mit dem im Licht gebräunten Papier. Um nun das empfindliche Papier kürzere oder längere Zeit dem Lichte exponiren zu können, benutzten Bunsen und Roscoe ein einfaches Instrument. Sie brachten einen empfindlichen Papierstreifen in einen Kasten mit dünnem Deckel, an welchen das Papier fest angedrückt wurde. In dem Deckel befand sich ein Schlitz, der durch ein geschwärztes Glimmerblatt verdeckt war; dieses Glimmerblatt konnte mit Hülfe eines Secundenpendels von dem Schlitz weggezogen und wieder aufgeschoben werden.

Liefs man das Pendel nur einmal schwingen, so war das äufserste Ende des Streifens offenbar 1 Secunde exponirt, die folgenden Theile weniger und um so kürzer, je weiter sie der Richtung zu lagen, in welcher der Glimmerstreifen fortgezogen wurde. Aus ihrer Stellung ergab sich leicht die Expositionszeit jedes einzelnen Theiles des Streifens. Dieser zeigte offenbar nach solchem Versuche eine allmählich verlaufende, abnehmende Färbung.

Um nun den Punkt der Normalfärbung zu bestimmen, wurden die belichteten Streifen ins Dunkle gebracht und hier bei dem Licht einer durch Kochsalz gelb gefärbten, nicht chemisch wirkenden Flamme eines Bunsenschen Brenners betrachtet.

Man klebt zu dem Behufe den belichteten Streifen auf ein Brettchen und führt eine Holzscheibe darüber hinweg, in deren Mitte ein schmales Loch, 5 bis 6 Millimeter weit, geschnitten ist und halb mit einem Stückchen des mit Zinkweifsrufs geschwärzten Normalpapieres angefüllt ist. Man sieht durch dieses Loch nur ein kleines Feld des Streifens auf einmal, ohne dafs das Auge durch die Färbung der benachbarten Theile gestört wird. Man schiebt nun das Brettchen so lange hin und her, bis man die dem Normalpapier gleiche Färbung gefunden hat. Um dies zu erleichtern, concentrirt man das gelbe Licht auf die Oeffnung des Brettchens mit einer Sammellinse. Man findet so sehr genau die Stelle der Normalfärbung und aus der Lage derselben auf dem Streifen die Zeit der Belichtung. Bunsen nennt nun diejenige Lichtintensität, welche in einer Secunde die Normalfärbung hervorbringt, die Lichteinheit. Je länger die Belichtung gedauert hat, die zur Erzielung der Normalfärbung nöthig war, desto schwächer ist die Lichtstärke. Waren z. B. 5 Secunden nöthig, so ist die Lichtstärke nur $\frac{1}{5}$ der Lichteinheit, waren $\frac{3}{4}$ Secunden nöthig, so ist die Lichtstärke 1 getheilt durch $\frac{3}{4} = \frac{4}{3}$.

Man erhält demnach die Lichtstärke, wenn man mit der Belichtungsdauer in 1 dividirt.

Der Nutzen dieses handlichen Instruments für die chemische Meteorologie ist einleuchtend, und haben Bunsen und Roscoe damit in der That eine Reihe interessanter photochemischer Messungen ausgeführt. Swan hat das Instrument in veränderter Form auch in die photographische Praxis eingeführt. Er benutzt es zur Bestimmung der Expositionszeit im Kohlendruck, indem er gleichzeitig mit dem Negativ ein Stück empfindliches Papier unter einer belichteten und entwickelten Collodionplatte exponirt. Sobald dieses Papier eine bestimmte Nüance erreicht hat (die durch Vergleichung mit einem gefärbten Normalpapier erkannt wird), ist der Kohlendruck vollendet.

Hier ist wegen der beträchtlichen Lichtschwächung durch die auf

dem empfindlichen Papier liegende geschwärzte Collodionplatte längere Zeit nöthig, um eine bestimmte Färbung hervorzubringen. Die Intensität derselben ist ein Criterium für die innerhalb der gedachten Zeit zur Wirksamkeit kommenden chemischen Lichtmenge. Im zweiten Theil dieses Buches wird specieller von diesem Verfahren die Rede sein.

Bereits haben Bunsen und Roscoe mit ihrem Instrument zahlreiche Bestimmungen gemacht; hoffen wir, dafs dasselbe bald von meteorologischen Stationen und intelligenten Photographen zu weiteren Forschungen über das chemische Wetter benutzt werden möge; dann ist die Zeit nicht mehr fern, wo wir etwas mehr geben können, als die blofsen Grundzüge einer chemischen Meteorologie. Dann werden wir vielleicht einmal im Stande sein, Linien gleicher, mittlerer chemischer Lichtintensität, ähnlich den Isothermen, um den Erdball zu ziehen.

Die optischen Instrumente.

Allgemeines.

Wir haben in dem vorhergehenden Capitel die chemische Intensität des Lichtes verschiedener Lichtquellen kennen gelernt.

Eine gegebene Quantität chemisch wirksamen Lichtes ist für sich allein nicht im Stande, auf einer sensiblen Fläche ein Bild zu erzeugen; sie würde höchstens ein Stück photographischen Papiers nur mehr oder weniger intensiv schwärzen. Eine solche schwarze Fläche ist aber kein Bild. Zur Erzeugung eines Bildes müssen wir gewisse Stellen der empfindlichen Schicht vor der Wirkung des Lichtes schützen, andere wieder denselben mehr oder weniger aussetzen. So erzeugen wir Abwechselungen von Licht und Schatten, und diese machen erst, sobald ihre Contouren den Umrissen von Gegenständen in der Natur entsprechen, ein Bild aus.

Wir erreichen diesen Zweck auf zweierlei Weise:

1) Indem wir diejenigen Gegenstände, von welchen wir Bilder zu erzeugen wünschen, unmittelbar mit der lichtempfindlichen Schicht zusammenpressen und so, das Original nach oben, dem Lichte aussetzen.

Das ist die directe Copirmethode; so kann man Pflanzenblätter, Zeichnungen u. s. w. reproduciren und erhält je nach den Umständen hierbei ein Bild, das in seinen Licht- und Schattenverhältnissen dem Original entspricht — ein Positiv, z. B. bei Willis' Anilindruck, Joubert's, Obernetter's und Leth's Kohleverfahren (siehe Seite 32); oder man erhält das Umgekehrte davon — ein Negativ (Fox Talbot's Verfahren, siehe Einleitung). Ein solches Negativ kann wieder zum Copiren positiver Bilder mit Hülfe des Lichts benutzt werden. Dieser Copirprocefs ist der gewöhnliche photographische Druckprocefs. In diesen Processen haben wir es also mit ebenen Originalen zu thun, die mit der empfindlichen Fläche zusammengeprefst dem

Lichte exponirt werden. Dieses Verfahren ist zur Entwerfung von Bildern körperlicher Gegenstände offenbar nicht geeignet; um diese zu photographiren, benutzt man eine andere Methode:

2) Man entwirft von körperlichen Gegenständen ein ebenes Bild mit Hülfe eines optischen Apparates, und läfst dieses auf die empfindliche Fläche wirken.

Der optische Apparat, den wir hier anwenden, ist die Camera obscura, jenes interessante, von Porta im 16. Jahrhundert erfundene Instrument, welches 3 Jahrhunderte lang nur für eine niedliche Spielerei galt, bis es durch Einführung in die Photographie zu immenser Wichtigkeit gelangte. Wäre dieses Instrument nicht vorhanden, die Photographie würde nur zur Copirung planer Körper verwendet werden können, während sie mit Hülfe der Camera alles bildlich zu fixiren im Stande ist, was chemisch sichtbar ist.

Nicophore Niépce hat dieses Instrument zuerst angewendet (siehe Einleitung).

Die Camera besteht in ihrer einfachsten Form aus einer wirklichen Kammer oder einem grofsen Kasten, in dessen Vorderwand ein feines Loch gebohrt ist. Auf der dem Loche gegenüberliegenden Wand sieht man, wenn der Kasten einem hell erleuchteten Gegenstande gegenübersteht, ein treues, verkleinertes und verkehrtes Bild des Gegenstandes, dessen Entstehung sehr einfach zu erklären ist.

Es sei *A* ein heller Gegenstand, *K* die Kammer mit der Oeffnung *o*.

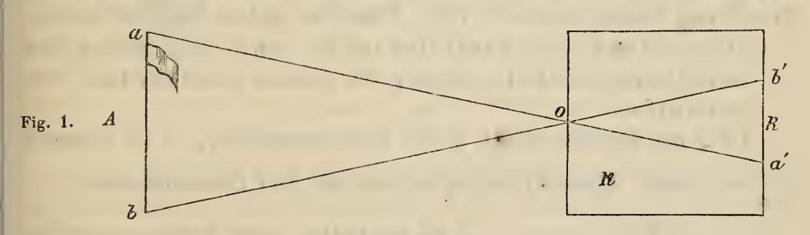


Fig. 1.

Offenbar können von dem Punkte *a* der Fahne durch das Loch nur Lichtstrahlen nach dem Punkte *a'* der Kammerwand gelangen, ebenso wie von dem Fufspunkte *b* nur Strahlen nach *b'* kommen können. So bildet sich jeder Punkt des Gegenstandes *A* einzeln auf der Rückwand *R* ab, und diese zeigt somit ein verkehrtes Bild, das um so gröfser ist, je weiter die Rückwand *R* von dem Loche *o* entfernt ist, in demselben Mafse aber auch lichtschwächer wird. Stehen die Gegenstände vor *o* senkrecht und die Wand *R* senkrecht, so ist das Bild vollkommen correct, und das ist ein grofser Vortheil dieser Lochbilder vor vielen Linsenbildern, die oft sehr stark „verzeichnet“ sind. Ferner hat dieser Apparat die Eigenthümlichkeit, von nahen und fernen Gegenständen gleich scharfe Bilder und ein Gesichtsfeld von über 100° zu liefern, was keine Linse im Stande ist. Das Bild hat

aber den Nachtheil, dafs es sehr lichtschwach und unscharf ist, da jeder Punkt des Gegenstandes ein Strahlenbündel von dem Durchmesser der Oeffnung nach der Wand R sendet und demnach darauf einen Kreis von demselben Durchmesser zeichnen wird.

Mit Hülfe solcher einfachen Vorrichtung, wie oben angegeben, z. B. einer photographischen Camera, an der man statt eines Objectivs ein Stück Blech mit einem feinen Loche (Nähnadelloche) anbringt, lassen sich leicht Bilder sonniger Landschaften aufnehmen. Ich machte mit 6 Zoll Abstand der Rückwand vom Loche ein solches in 5 Minuten.

In der practischen Photographie findet diese Art von Lochcamera keine Anwendung.

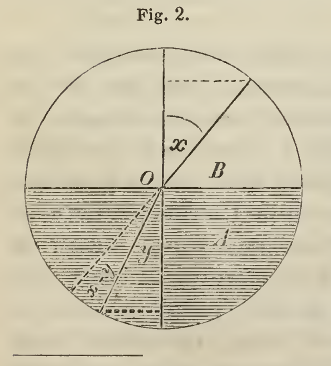
In der Photographie wenden wir, um mit Hülfe der Camera Bilder zu erzeugen, nicht Löcher, sondern Linsen an; diese haben den Vortheil gröfserer Lichtstärke und gröfserer Schärfe, indem sie, richtig construirt, im Stande sind, das Bild eines Punktes auch mathematisch genau als Punkt wiederzugeben. Dagegen haben sie ein kleineres Gesichtsfeld als die Lochcamera, und eine geringere Tiefe, d. h. weniger Fähigkeit, Gegenstände, die in verschiedener Entfernung liegen, scharf abzubilden. Die Linsen beruhen auf der Brechung des Lichtes, die wir jetzt näher studiren wollen.

Wir haben bereits oben erörtert, dafs, wenn ein Lichtstrahl aus einem durchsichtigen Medium B in ein anderes A übergeht, in der Regel eine Richtungsveränderung stattfindet, die man mit dem Namen Brechung bezeichnet (s. S. 122). Für diese gelten folgende Gesetze:

1) Der Sinus des Einfallswinkels und der Sinus des Brechungswinkels stehen in einem constanten Verhältnifs.

Ist x der Einfallswinkel, y der Brechungswinkel, so ist demnach $\frac{\sin x}{\sin y} = \text{const.}$ Diesen Bruch n nennen wir den Brechungsindex.

Fig. 2.



2) Einfalls- und Brechungswinkel liegen in einer Ebene.

Die Differenz zwischen Einfalls- und Brechungswinkel $(x - y)$ heifst die Ablenkung, welche der Strahl bei der Brechung erlitten hat. Diese Ablenkung ist einerseits abhängig vom Einfallswinkel und wächst in viel stärkerem Verhältnifs als dieser*). Ferner ist die Ablenkung abhängig vom Brechungsindex; je gröfser derselbe, desto gröfser ist die

*) Z. B. für $x = 10^0$ beträgt die Ablenkung 2^0 35′ } Differenz: 0^0 27′
- $x = 20^0$ - - - 3^0 2′ }
- $x = 30^0$ - - - 4^0 14′ - 1^0 12

Ablenkung. Der Brechungsindex ist nun für verschiedene Substanzen sehr verschieden; er wechselt z. B. bei jeder Glassorte mit der chemischen Zusammensetzung. So ist er

für	Flintglas*)	1,664,
-	Crownglas	1,543,
-	Wasser	1,336,
-	Diamant	2,470.

Der Brechungswinkel ist stets kleiner als der Einfallswinkel, wenn der Strahl aus einem schwächer brechenden Medium, z. B. Luft, in ein stärker brechendes, z. B. Glas, übergeht; er ist gröfser als der Einfallswinkel, wenn der Strahl die entgegengesetzte Richtung nimmt.

Die durchsichtigen Medien haben nun eine sehr verschiedene Gestalt. Sie sind entweder von ebenen oder krummen Flächen begrenzt. Ein von zwei parallelen ebenen Flächen begrenztes Mittel nennen wir ein Planglas (s. Figur 3), ein von zwei gegen einander geneigten begrenztes Mittel nennen wir ein Prisma (s. Figur 4).

Fig. 3.

Fig. 4.

Beim Durchgange durch ein Planglas (s. Figur 1) wird der Strahl nicht von seiner Richtung abgelenkt, sondern erleidet nur eine Parallelverschiebung**). Diese ist um so stärker, je dicker das Planglas ist. Beim Durchgange durch ein Prisma aber findet eine Richtungsveränderung statt, wie dies die Figur versinnlicht. Der Strahl wird bei der ersten Brechung bei a um den Winkel $x - y$ abgelenkt, bei der zweiten Brechung bei b um den Winkel $x' - y'$; die Totalablenkung ist die Summe beider $= D$. Der Winkel, den die Flächen des Prismas mit einander bilden (α), heifst der brechende Winkel. Diese Totalablenkung wächst mit dem Brechungsindex, dem brechenden Winkel des Prismas (α) und mit der Einfallsrichtung. Sie ist

*) Hier ist angenommen, dafs der Strahl aus Luft in die gedachten durchsichtigen Substanzen übergeht.

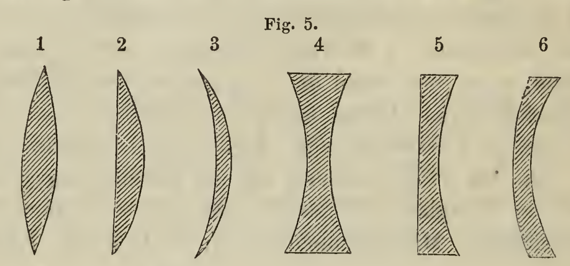
**) Es ist nemlich in Fig. 1 $\sin x = n \sin y$,
$\sin x' = n \sin y'$,
$y = y'$, demnach auch $\sin y = \sin y'$ und folglich $\sin x = \sin x'$, also $x = x'$.

für dasselbe Prisma ein Minimum, wenn der ein- und austretende Strahl gleiche Winkel mit der Glasfläche bilden*).

Von den einfachen Linsen.

Die von krummen Flächen begrenzten Medien nennt man Linsen. Die Begrenzungsflächen unserer gewöhnlichen Linsen sind Kugelsegmente; man nennt sie deshalb sphärische Linsen. Die Form der in der Praxis gebräuchlichen Linsen erhellt aus beistehenden Figuren.

Fig. 5.

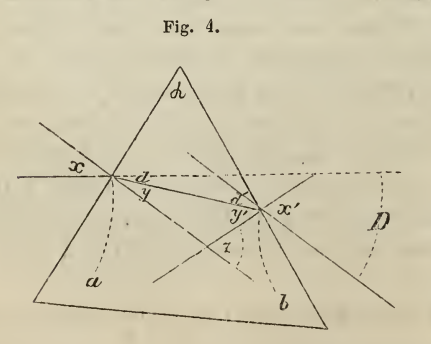


Die Nummern 1, 2, 3 sind in der Mitte dicker als am Rande, man nennt sie Convexlinsen oder Sammellinsen. Die Nummern 4, 5, 6 sind in der Mitte dünner als am Rande, sie heifsen Concavlinsen oder Zerstreuungslinsen. Man unterscheidet biconvexe (No. 1) planconvexe (No. 2) und concavconvexe (No. 3), ebenso biconcave (No. 4), planconcave (No. 5) und convexconcave (No. 6) Linsen. Die Verbindungslinie der Mittelpunkte der Kugelflächen, welche die Linse begrenzen, nennt man die Axe. Irgend eine durch die Axe gelegte Ebene nennt man Hauptschnitt. Trifft ein Lichtstrahl eine Linse an irgend einem Punkte, so wird er genau so gebrochen, als träfe er eine an gedachtem Punkte gelegte Berührungsebene; das Einfallsloth ist daher stets der Radius der betreffenden Kugelfläche. An jede

---

*) Die Totalablenkung D läfst sich aus folgenden Formeln berechnen:

Fig. 4.



$D = d + d' = x - y + x' - y'$
$= x + x' - (y + y')$

$y + y' = z$ (als Aufsenwinkel vom Dreieck)

z aber $= \alpha$ (weil seine Schenkel auf den Schenkeln von α senkrecht stehen);

demnach $D = x + x' - \alpha$.

Ferner hat man, wenn n der Brechungsindex ist:

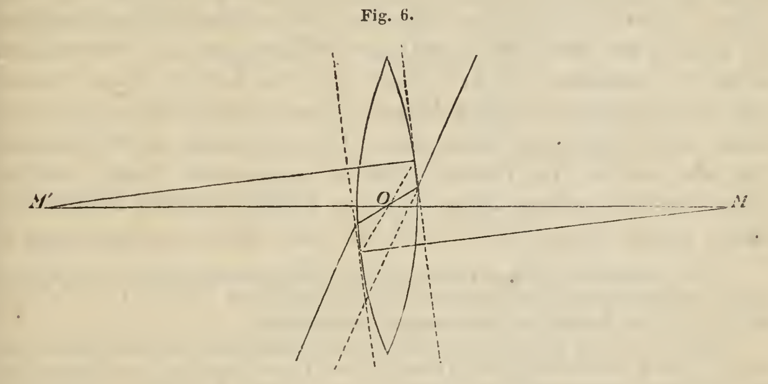
$\sin x = n \sin y$,

$\sin x' = n \sin y' = n \sin (a - y)$.

Ist α sehr klein, ferner x sehr klein, so kann man auch setzen $x = ny$, und $x' = n(a - y)$, da für kleine Winkel die Sinus gleich den Bogen sind; dann wird $D = ny + n(a - y) - \alpha = (n-1)\alpha$, d. h. die Ablenkung proportional dem brechenden Winkel des Prismas.

Linse kann man auf beiden Seiten Systeme von parallelen Berührungsebenen legen. Verbindet man die Berührungspunkte mit einander, so kreuzen sich die Linien in einem Punkte, diesen nennt man den optischen Mittelpunkt der Linse (siehe Figur 6). Alle Strahlen, welche diesen optischen Mittelpunkt kreuzen, gehen ohne Richtungsveränderung durch die Linse, sie erleiden nur eine Parallelverrückung. Die Linse verhält sich demnach an diesem Punkte wie ein Planglas (s. o.).

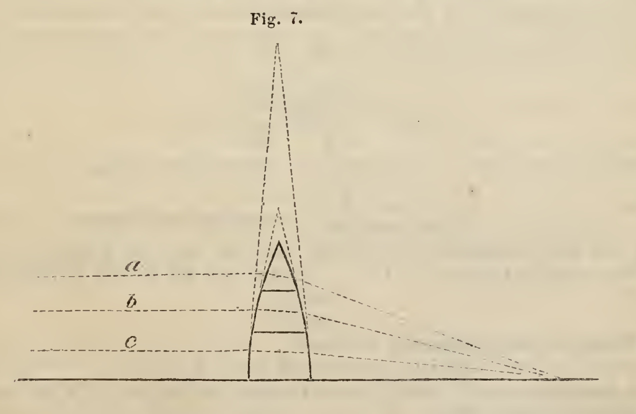
Fig. 6.



Der optische Mittelpunkt liegt bei jeder guten Linse in der Axe derselben.

Um sich einen Begriff von der Wirkung der Linsen zu machen, kann man sich dieselben aus lauter einzelnen aufeinander gesetzten Prismen bestehend denken, wie beifolgende Figur 7 zeigt. Treffen drei Strahlen *a*, *b*, *c* parallel solche Linse, so tritt *b* in ein Prisma von

Fig. 7.



stärker brechendem Winkel als *c*, *a* wieder in ein Prisma von noch stärker brechendem Winkel als *b*. Demnach wird (nach dem S. 148 erwähnten Grundsatze) *b* stärker abgelenkt werden als *c*, *a* wieder stärker als *b*, und die Folge davon ist, dafs die Strahlen nach der

Brechung convergiren. In ähnlicher Weise läſst sich nachweisen, daſs parallele Strahlen nach der Brechung in concaven Linsen divergiren müssen.

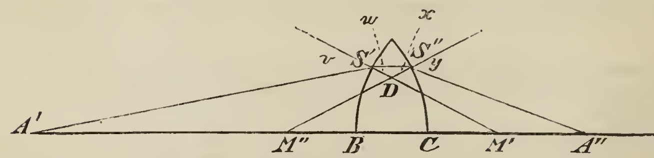
Die Sammellinsen haben innerhalb gewisser Grenzen die Eigenschaft, diejenigen Strahlen, welche von einem Punkte ausgehen, auch wieder in einem Punkte zu vereinigen, falls diese Punkte auf der Axe oder in der Nähe der Axe liegen, und der Winkel, welchen die Strahlen, die von dem Punkte ausgehen, mit der Axe bilden, nicht zu groſs ist. Läſst man unter diesen Vorbedingungen ein Bündel mit der Axe paralleler Strahlen auf eine Sammellinse fallen, so vereinigen sich alle diese hinter der Linse in einem Punkte, dem Brennpunkte, dessen Abstand, vom optischen Mittelpunkte der Linse, man die Brennweite nennt. Die von einem in der Nähe der Axe oder auf der Axe liegenden Punkte ausgehenden Strahlen werden ebenso auf der anderen Seite der Linse wieder in einem Punkte vereinigt, dessen Abstand von der Linse man leicht berechnen kann*).

*) Die Entwicklung dieser Formel hat für Mathematikverständige keine Schwierigkeit. Beifolgende Figur 8 stellt einen Linsendurchschnitt mit der Axe $A'A''$ dar, $M''S''$, $M'S'$ die Radien der begrenzenden Kugelflächen.

Fällt von A' ein Strahl in der Ebene des Hauptschnitts auf den Punkt S' der Linse, so wird derselbe nach dem Descartes'schen Gesetz gebrochen, der Winkel, den der einfallende resp. gebrochene Strahl mit dem Radius $M'S'$ bildet, ist der Einfalls- resp. Brechungswinkel, den wir mit v resp. w bezeichnen wollen. Der Strahl trifft nach der ersten Brechung auf die zweite Linsenfläche, wird hier abermals gebrochen, dabei vom Einfallslothe abgelenkt und schneidet alsdann die Axe in irgend einem Punkte A''. Es seien x und y der Einfalls- resp. Brechungswinkel an der Hinterseite des Glases. Es gilt dann die Gleichung

$$v = \angle A' + \angle M' \text{ (als Auſsenwinkel vom Dreieck),}$$
$$y = \angle A'' + \angle M'' \quad - \quad - \quad - \quad -$$
$$v + y = \angle A' + \angle M' + \angle A'' + \angle M''.$$

Fig. 8.



Nun ist
$$\left.\begin{array}{l}\sin v = n \sin w\\ \sin y = n \sin x\end{array}\right\} \text{nach Descartes' Gesetz,}$$
wenn n der Brechungsindex ist. Nehmen wir nun an, die Winkel v, w und x, y seien sehr klein, kleiner als 10^0, so können wir den Sinus gleich dem Bogen setzen*):
$$v = nw,$$
$$y = nx.$$
Diese Werthe in obige Gleichung eingesetzt
$$n(w + x) = A' + M' + A'' + M''.$$
Nun ist aber $w + x = M'' + M'$ (da die Dreiecke $DS'S''$ und $DM''M'$ den Winkel bei D gemein haben), daher
$$n(M'' + M') = A' + M' + A'' + M'',$$
$$(n - 1)(M'' + M') = A' + A''.$$

*) sin 10^0 ist = 0,1736, arcus 10^0 = 0,1745, für kleinere Winkel ist die Differenz noch geringer.

Ist nämlich die Brennweite $= p$, die Entfernung des leuchtenden Punktes an der Linse $= a$, die Entfernung seines Bildes $= \alpha$, so ist

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a},$$

$$\alpha = \frac{ap}{a-p}.$$

Nehmen wir nun an, dafs alle hier in Rechnung kommenden Winkel kleiner als 8° sind, so können wir statt der Winkel ihre Tangenten setzen*). Nehmen wir nun ferner an, dafs die Linse sehr dünn und flach sei, so können wir die Dicke gänzlich vernachlässigen und $BS' = CS''$ setzen, dann ist

$$\operatorname{tang} A' = \frac{BS}{AB} \operatorname{tang} A'' = \frac{BS}{CA''},$$

$$\operatorname{tang} M'' = \frac{BS}{M''C} \operatorname{tang} M' = \frac{BS}{M'B}.$$

Setzen wir $A'B$, d. i. die Entfernung des Punktes von der Linse $= a$,

$$A''C = \alpha,$$

d. i. die Entfernung seines Bildes

ferner $M''C = r'$ und $M'B = r$,

so erhalten wir

$$(n-1)\left(\frac{BS}{r'} + \frac{BS}{r}\right) = \frac{BS}{a} + \frac{BS}{\alpha},$$

$$\text{(I)} \quad (n-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right) = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha}.$$

Setzen wir statt

$$\text{(II)} \quad (n-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right) = \frac{1}{p},$$

so erhalten wir die Gleichung

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a}$$

und ferner

$$\text{(III)} \quad \frac{ap}{a-p} \alpha.$$

Aus dieser Gleichung ist die Entfernung des Bildes aus der Entfernung des Gegenstandes leicht zu berechnen. Die Bedeutung des Werthes von p ergiebt sich leicht; wird nämlich in Gleichung I $a = \infty$, d. h. kommen die Strahlen parallel zur Axe an, so ist

$$\frac{1}{\alpha} = (n-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right),$$

also

$$= \frac{rr'}{(n-1)(r+r')},$$

das ist die Vereinigungsweite der parallelen Strahlen, d. h. die Brennweite. Diese ist um so kleiner, je gröfser n und je kleiner die Radien der Linse; sind beide Radien gleich, so ist sie z. B.

$$p = \frac{r}{2(n-1)}$$

für Crownglas, wo $n = 1\frac{1}{2}$ ist, ist $p = r$. Ist p sehr klein gegen a, so kann man es in Geichung III im Nenner weglassen, dann ist $\alpha = p$, d. h. Bilder von Gegenständen von sehr grofser Entfernung befinden sich in der Brennweite. Dieser Satz kann für die photographische Praxis noch als richtig gelten, für $a = 100p$, ja annähernd für $a = 50p$. Ist $a = 2p$, so ist $\alpha = 2p$, Bild und Gegenstand also gleich weit von der Linse. Wenn demnach der leuchtende Punkt aus der Unendlichkeit bis nach $2p$ rückt, so bewegt sich sein Bild von p bis $2p$. Wird a noch kleiner, so

*) tang 8° ist z. B. $= 0{,}1405$, arcus 8° $= 0{,}1396$, sin 8° $= 0{,}1391$.

Richtet man die Linse nun auf sehr weit entfernte Gegenstände, so entsteht im Brennpunkte derselben ein verkleinertes verkehrtes Bild. Rückt der Gegenstand der Linse näher, so entfernt sich sein Bild von

wird der negative Werth in der Gleichung II gröfser, die ganze rechte Seite demnach kleiner, der reciproke Werth α also gröfser. Ist $a = p$, so ist die rechte Seite Gleichung II $= 0$, $\frac{1}{\alpha}$ also $= 0$, α demnach $= \infty$. Wenn also der leuchtende Punkt von $2p$ nach p rückt, so rückt sein Bild von $2p$ nach der Unendlichkeit, die Strahlen treten dann parallel aus. Diese Verhältnisse gelten aber nur für centrale Strahlen, die nahe bei der Axe auffallen, unter der Bedingung, dafs der Winkel v und y nicht gröfser als 10^0, M'' und A'' nicht gröfser als 8^0 werden. Daraus kann man,

Fig. 9.

Fig. 10.

wenn gewisse Gröfsen gegeben sind, die Winkelöffnung der Linse, d. i. ihre scheinbare Gröfse, vom Brennpunkte aus gesehen, bestimmen.

Nimmt man beispielsweise eine planconvexe Crownglaslinse, wo $n = \frac{3}{2}$, $r' = \infty$, also $p = 2r$ ist, und läfst auf deren convexe Seite eine Reihe paralleler Strahlen fallen, so wird für diesen Fall A' (s. Fig. 8) $= 0$, $M'' = 0$. Es ist dann (Fig. 9) $\angle b = \angle M'$, $\angle y = \angle A''$, das Dreieck $A''M''b$ kann mit Vernachlässigung der Linsendicke als gleichschenklig angenommen werden, da $M'A'' = r$; dann folgt $\angle M' = 2\angle A''$ oder $A = \frac{M'}{2}$ und da der höchste Werth von $M = 8^0$ ist, so ist der höchste Werth von $\angle A = 4^0$. Die ganze Oeffnung der Linse, vom Brennpunkte aus gesehen, wird also 8^0 betragen dürfen. Dreht man aber die Linse um, so dafs die plane Seite den Strahlen zukehrt ist, so ist $\angle y = M' + A''$ (Fig. 10). Nimmt man für y den gröfsten Winkel $= 10^0$, das Supplement also 170^0, so läfst sich, da $MA'' = 3r$ und $My = r$ ist, A'' aus dem Dreieck MyA'' leicht berechnen, da zwei Seiten und der der gröfseren Seite gegenüberliegende Winkel gegeben sind,

$$\sin A'' = \frac{r \sin y}{3r} = \frac{\sin y}{3},$$

und da sich hier die Sinus wie die Winkel verhalten,

$$A'' = \frac{y}{3} = 3\tfrac{1}{3}{}^0,$$

die ganze Oeffnung also $6\frac{2}{3}{}^0$.

Ist demnach die convexe Seite den parallelen Strahlen zugekehrt, so ist die zulässige Oeffnung der Linse 8^0, ist dagegen die plane Seite den parallelen Strahlen zugewendet, so ist sie für diesen speciellen Fall nur $6\frac{2}{3}{}^0$.

Man ersieht daraus, wie sehr die Gröfse der Oeffnung der Linse von ihrer Stellung einerseits, von ihren Krümmungsverhältnissen andererseits abhängt.

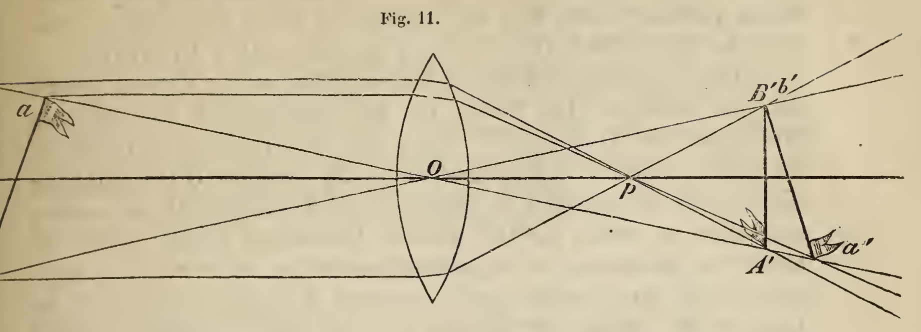
Das Verhältnifs der Krümmungen ist das schlechteste, wenn beide Radien gleich sind; das beste Verhältnifs der Krümmungsradien ist 1 : 6. Eine solche Linse nennt man Linse bester Form. Die planconvexe Linse steht dieser Linse bester Form in ihrer Wirkung am nächsten.

Ist A' die halbe zulässige Oeffnung einer Linse, so ist ihr Durchmesser p tang A'. Demnach können wir eine Linse um so gröfser machen, je gröfser ihre Brennweite ist.

Sämmtliche hier entwickelte Formeln bezogen sich auf Punkte, die auf der Axe der Linse liegen. Sie sind aber mit gewissen Einschränkungen auch noch gültig für Punkte nahe bei der Axe.

der Linse. Den Ort desselben kann man leicht durch Construction, sowie durch Rechnung finden.

Fig. 11.

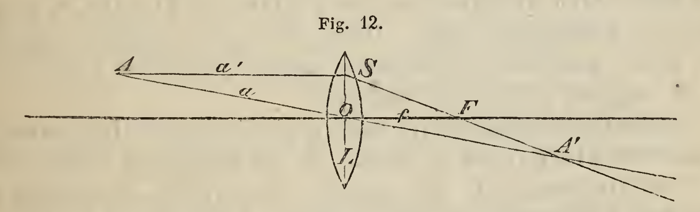


Ist A ein Gegenstand, so wissen wir zunächst, dafs die von ihm ausgehenden, der Axe parallelen Strahlen alle durch den Brennpunkt p der Linse gehen, ebenso wissen wir aus Obigem, dafs die durch den optischen Mittelpunkt o der Linse gehenden Strahlen ihre Richtung beibehalten. Der Durchschnittspunkt der von a, resp. von b ausge-

---

Die Vereinigungsweite der Strahlen eines solchen Punktes kann man leicht bestimmen. Es sei A ein solcher Punkt. Geht von diesem ein zur Axe paralleler

Fig. 12.



Strahl nach der Linse L, so wird dieser durch den Brennpunkt F gehen; geht ferner ein Strahl von A nach dem optischen Centrum O, so geht er ungebrochen hindurch und wird sich mit dem ersten Strahl in A' schneiden. Hier liegt das Bild des Punktes A. Nimmt man $AO = a$, $A'o = \alpha$, ferner die Dicke der Linse verschwindend klein, so hat man zwei ähnliche Dreiecke, $A'AS$ und $A'OF$, demnach

$$a + \alpha : \alpha = a' : f,$$

$$f(a + \alpha) = a'\alpha;$$

nun ist $a' = a \cos \angle OAS$, und nehmen wir diesen Winkel sehr klein, so ist sein Cosinus nahezu $= 1$, dann ist $a = a'$, daher

$$fa + f\alpha = \alpha a,$$

dividiren wir diese Gleichung durch $fa\alpha$, so ergiebt sich:

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{a} = \frac{1}{f}.$$

Also gelten auch für neben der Axe liegende Punkte dieselben Gesetze, wie für Punkte auf der Axe, jedoch nur innerhalb der Grenzen, wo der Cosinus des Winkels, welchen der Hauptstrahl in O mit der Axe bildet, nahe $= 1$ ist; dies gilt bis höchstens 3^0; $\cos 3^0$ ist $= 0{,}9986$. Steht nun eine Reihe leuchtender Punkte vor der Linse in der Entfernung a, mit einem Worte ein Gegenstand, so wird hinter der Linse ein Bild des Gegenstandes in der Entfernung α entstehen. Denkt man sich einen geraden Gegenstand in mehr als der hundertfachen Entfernung der Brennweite, so liegen die Bilder sämmtlicher Punkte in der Entfernung p vom optischen Mittelpunkt der Linse, d. h. in einer Kugelfläche, das Bild ist daher nicht eben, sondern gekrümmt.

henden Strahlen bestimmt demnach den Ort des Bildes $a'b'$. Sind die Linse und der Gegenstand parallel, so ist auch das Bild dem Gegenstande parallel. Steht aber der Gegenstand schief zur Linse, so steht auch das Bild schief, aber in entgegengesetzter Richtung.

Diese Umstände sind beim Scharfeinstellen mit der Camera obscura sehr zu beachten. Die Linien ao, bo, welche durch den optischen Mittelpunkt der Linse gehen, nennt man Nebenaxen in Bezug auf die Punkte a und b. Alle Gegenstände, die über das Hundertfache der Brennweite entfernt sind, bilden sich im Brennpunkte ab; rücken sie näher, so rückt das Bild aus der Brennweite heraus; rücken sie bis in die Entfernung der doppelten Brennweite, so ist das Bild ebenfalls um die doppelte Brennweite entfernt, d. h. genau so weit als der Gegenstand. Rückt der Gegenstand noch näher, so rückt sein Bild über die doppelte Brennweite hinaus und seine Entfernung wird gröfser als die Entfernung des Gegenstandes. Die Gröfse des Bildes richtet sich nach seiner Entfernung von der Linse. Ist dieselbe gleich α, der Abstand des Gegenstandes gleich a, seine Gröfse gleich G, so ist die Bildgröfse

$$= \frac{\alpha}{a} G = \frac{p}{a - p} G.$$

Das Bild wird demnach um so gröfser, je kleiner a, d. h. je näher der Gegenstand rückt. Daher kann man gröfsere oder kleinere Bilder desselben Gegenstandes machen, jenachdem man den optischen Apparat nähert oder entfernt.

Ist der Gegenstand weiter entfernt als die doppelte Brennweite, so ist sein Bild kleiner als er selbst. Ist die Entfernung beider gleich, d. h. der Gegenstand in der doppelten Brennweite, so ist auch das Bild dem Gegenstand an Gröfse gleich. Dies ist zu beachten, wenn man eine Zeichnung in Originalgröfse copiren will; der Auszug der Camera mufs dann gleich der Entfernung des Gegenstandes sein; rückt der Gegenstand noch näher, so erhält man vergröfserte Bilder.

Man kann demnach mit derselben Linse kleine und grofse Bilder machen. Danach hat es den Anschein, als wenn man mit jeder Linse Bilder beliebiger Gröfse aufnehmen könne, das ist jedoch nicht der Fall, insofern als jede Linse, gleich unserm Auge, nur ein beschränktes Feld auf einmal zu übersehen im Stande ist. Schliefsen wir das eine Auge, so übersehen wir mit dem andern ein Feld von 90° Winkelumfang (wobei wir es jedoch noch drehen müssen). Ebenso übersieht jede Linse nur ein beschränktes Feld, welches man ihr Gesichtsfeld nennt. Geht man mit einem photographischen Apparat weit zurück, so erscheint z. B. die ganze Figur eines Menschen im Bilde; geht man näher heran, so wachsen die Dimensionen des Körpers, zugleich sieht man aber nicht mehr die ganze Figur, sondern

nur ein Kniestück, bei noch gröſserer Nähe nur ein Brustbild im Gesichtsfelde.

Groſse Gegenstände müssen demnach, wenn sie ganz in das Gesichtsfeld der Linse fallen sollen, weit entfernt sein. Von solchen kann man dann auch nur kleine Bilder machen.

Je länger die Brennweite der Linse, desto gröſser wird bei gleichbleibender Entfernung des Gegenstandes das Bild, daher wählt man für groſse Bilder Objective mit langer Brennweite. Ist a die Entfernung des Gegenstandes, G dessen Gröſse, p die Brennweite, α die Bildentfernung, so ist die Bildgröſse B

$$B = G \frac{p}{a - p}.$$

Ist a sehr groſs, so kann man p vernachlässigen, dann wird

$$B = G \frac{p}{a},$$

d. h. die Bildgröſse verhält sich wie die Brennweite.

Das Gesichtsfeld einer Linse von langer Brennweite ist bei sonst gleichem Radienverhältniſs nicht gröſser als eines von kurzer Brennweite.

Die Bilderzeugung durch Linsen geht jedoch nur unter gewissen Bedingungen regelmäſsig vor sich, die bereits oben angedeutet sind, und welche sich aus der in der Anmerkung befindlichen mathematischen Entwicklung noch genauer ergeben, nämlich

1) daſs die Strahlen nahe bei der Axe einfallen,
2) daſs sie nur kleine Winkel mit denselben bilden,
3) daſs sie einfarbig sind, d. h. alle denselben Brechungsindex besitzen.

Diesen Bedingungen kann bei mikroskopischen und teleskopischen Gläsern ziemlich gut Genüge geleistet werden, viel schwieriger aber bei photographischen. Bei diesen fallen die Strahlen oft ziemlich entfernt von der Axe ein, sie bilden oft sehr groſse Winkel (bis 45°) mit derselben und daraus ergiebt sich denn eine ganze Reihe von Linsenfehlern, die wir jetzt näher betrachten wollen.

1) Die sphärische Abweichung.

Schraubt man eine einfache Linse (sogenannte Landschaftslinse) an eine Camera und nimmt alle daran befindlichen Blenden heraus, so sieht man ein Bild, welches in keiner Stellung der matten Scheibe absolut scharf zu erhalten ist, sondern immer trübe und verschwommen erscheint. Das Bild wird aber augenblicklich scharf, sobald man den Rand der Linse mit einer Scheibe, in deren Mitte ein Loch geschnitten ist, d. h. einer Blende, zudeckt. Die Ursache dieser Erscheinung ist die ungleiche Brechung, welche die Randstrahlen im Gegensatz zu den centralen Strahlen erleiden. Wir haben oben erörtert,

dafs der Rand der Linse als ein Prisma von viel stärker brechendem Winkel betrachtet werden kann als die Mitte; da nun die Ablenkung, welche die Strahlen erleiden, mit dem brechenden Winkel eines Prismas wächst, so werden die Randstrahlen die Axe näher bei der Linse schneiden als die centralen Strahlen. Der Focus der Randstrahlen wird z. B. in f^3 liegen, während der der centralen Strahlen sich in f' findet (s. Fig. 13) *).

Steht daher die matte Scheibe in f', so bilden die Randstrahlen, die sich in f^3 gekreuzt haben, einen Zerstreuungskreis.

Fig. 13.

Der Durchmesser dieses Zerstreuungskreises heifst die transversale oder Breiten-Abweichung. Es ist leicht einzusehen, dafs diese bei zwei Linsen gleicher Oeffnung und verschiedener Brennweite verschieden sein wird und um so gröfser, je kleiner (bei derselben Oeffnung) die Brennweite ist; ebenso leicht ist einzusehen, dafs bei zwei Linsen gleicher Brennweite und verschiedener Oeffnung, die transversale Abweichung bei der gröfseren Oeffnung gröfser sein wird**).

Die Transversalabweichung wächst im Verhältnifs des Quadrats der Brennweite und im Verhältnifs des Cubus des Durchmessers der Linse. Die Entfernung $f'f^3$ nennt man die longitudinale oder Längenabweichung; sie wächst mit dem Quadrat des Durchmessers der Linse und im umgekehrten Verhältnifs der Brennweite.

Aus diesen Daten ergiebt sich zugleich das Mittel, diese sphärische Abweichung auf ein Minimum zu reduciren. Dies geschieht

1) durch Verkleinerung der Linsenöffnung durch Vorsetzen von Blenden. Denkt man sich z. B. vor eine Linse eine Blende gesetzt, welche deren Oeffnung auf $\frac{1}{4}$ verringert, so wird die Transversalabweichung nach Obigem auf $(\frac{1}{4})^3$, d. h. auf $\frac{1}{64}$ vermindert werden; je enger die Blende genommen wird, desto schärfer wird entsprechend das Bild werden.

Die sphärische Abweichung wird dadurch nicht absolut hinweggeschafft, sondern nur auf einen in der Praxis unmerklichen Grad ver-

*) Noch klarer geht dieses aus der in der Anmerkung S. 152 sich findenden Entwicklung hervor, bei welcher ausdrücklich bemerkt ist, dafs die Strahlen nahe bei der Axe einfallen und keinen zu grofsen Winkel mit denselben bilden dürfen, wenn die Formel $\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a}$ ihre Gültigkeit behalten soll.

**) Es ist dies sehr einfach mit Hülfe einiger leicht zu entwerfenden Zeichnungen anschaulich zu machen.

ringert. Dieses Mittel wendet man in der Photographie sehr allgemein an, es hat nur den Uebelstand, dafs zugleich mit der Oeffnung der Linse auch im umgekehrten quadratischen Verhältnifs derselben die Lichtstärke vermindert wird. Reduciren wir z. B. die Oeffnung der Linse auf $\frac{1}{4}$ des ursprünglichen Durchmessers, so sinkt ihre Lichtstärke auf $\frac{1}{16}$. Daher ist eine solche starke Abblendung nur zulässig bei Aufnahmen ruhiger Gegenstände, welche lange Zeit still halten, d. h. eine lange Exposition gestatten.

Es giebt aber ein Mittel, die sphärische Abweichung hinwegzuschaffen, ohne die Oeffnung und die Lichtstärke zu vermindern. Dies geschieht

2) durch passende Wahl der Krümmungshalbmesser der Linse. Es wurde bereits oben in der Anmerkung näher erörtert, dafs eine planconvexe Linse eine viel gröfsere Oeffnung zuläfst, als eine biconvexe, und dafs es für jede Glassorte je nach dem Brechungsindex ein Verhältnifs der Krümmungsradien giebt, für welches die Linse der Formel

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a},$$

am besten genügt. Man nennt die Linse mit solchen Krümmungsradien eine Linse bester Form. Diese Linse hat für Crownglas (wo $n = \frac{3}{2}$) das Radienverhältnifs 1 : 6.

Linsen, die bei voller Oeffnung keine sphärische Abweichung zeigen, nennt man aplanatisch.

Aufser der Form der Linse ist nun aber noch ihre Stellung von Wichtigkeit. So wurde z. B. oben nachgewiesen, dafs eine planconvexe Linse, welche ihre convexe Seite parallelen Strahlen zukehrt, eine Oeffnung von 8°, dagegen wenn sie die plane Seite den parallelen Strahlen zuwendet, nur eine Oeffnung von $6\frac{2}{3}°$ haben darf.

Daher kehrt bei dem Portraitobjectiv, dessen Vorderlinse fast aplanatisch ist, diese ihre convexe Seite den Strahlen zu.

Es folgt jedoch daraus keineswegs, dafs diese Stellung immer die beste sei. Im Gegentheil, bei den einfachen photographischen Linsen (den sogenannten Landschaftslinsen) findet man gerade die entgegengesetzte Stellung. Diese Linsen sind meist Menisken, deren concave Seite den Strahlen zugewendet ist. Hier ist die sphärische Abweichung allerdings ein Maximum, dagegen zeigt sich gerade in dieser Stellung ein anderer Linsenfehler in viel geringerem Grade, d. i. die sogenannte Verzeichnung. Daher zieht man diese Stellung vor und corrigirt die Abweichung durch Blenden.

Nun giebt es aber noch ein drittes Mittel, um die sphärische Abweichung unbeschadet der Oeffnung zu corrigiren; das geschieht

3) durch Linsencombination. Setzt man zwei Linsen, deren

Brennweite p' und p'' ist, zusammen, so dafs sie um die Gröfse a von einander entfernt sind, so ist die Brennweite des Systems*)

$$p = \frac{p''(p'-d)}{p''+p'-d},$$

ist $d = o$, so ist

$$p = \frac{p''p'}{p''+p},$$

und für den Fall, dafs $p'' = p'$

$$p = \frac{p'}{2}.$$

Demnach wird die Combination zweier Linsen der Brennweite p nur einen halb so langen Focus haben, als jede einzelne Linse.

Nun ist die Oeffnung einer einfachen Linse der Brennweite p, wenn α der erlaubte halbe Oeffnungswinkel**) (vom Brennpunkt aus gesehen ist) $= 2p \operatorname{tg} \alpha$; dies ist auch die zulässige Oeffnung einer Combination zweier solcher Linsen, deren Brennweite $= \frac{p}{2}$; eine einfache Linse von der Brennweite $\frac{p'}{2}$ würde aber nur eine Oeffnung $p \operatorname{tg} \alpha$ haben dürfen.

Die zulässige Oeffnung der Linsencombination ist demnach in diesem speciellen Falle doppelt so grofs, als die einer einfachen Linse gleicher Brennweite. Daher wendet man in der Optik statt einfacher Linsen gern Linsencombinationen an. Je nach der Form, die man denselben giebt, und je nach ihrer Entfernung erreicht man zugleich mit der Wegschaffung der sphärischen Aberration noch andere Vortheile, die wir später erörtern werden.

Bisher haben wir bei Besprechung der sphärischen Abweichung der Axe parallel auffallende Strahlen angenommen. In noch viel auffallenderem Mafse offenbart sich aber die sphärische Abweichung bei schief auf die Axe fallenden Strahlen.

Man nehme eine planconvexe Crownglaslinse an, welche für den centralen Theil ab als aplanatisch betrachtet werden kann, so wird

---

*) Die Entwicklung dieser Formel ist folgende: Man nehme zwei Linsen an, deren Axen zusammenfallen, deren Brennweiten p' und p'' und deren Entfernung d ist. Ein Bündel paralleler Strahlen wird von der ersten Linse in der Entfernung p' zu einem Strahlenkegel vereinigt werden. Sie fallen daher auf die zweite Linse in einer Richtung, als kämen sie von einem Punkt in der Entfernung $-(p'-d)$ her. Setzt man diesen Werth anstatt a in der Gleichung

$$\alpha = \frac{a p''}{a - p''}$$

so erhält man als Vereinigung mit den Strahlen nach der Brechung durch die zweite Linse

$$\alpha = \frac{p''(p-d)}{p'+p''-d}$$

**) Siehe Anmerkung S. 154.

Farbentafel.

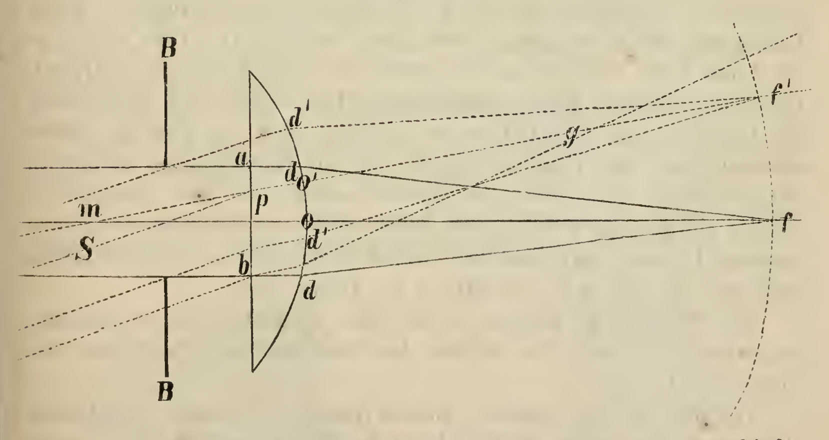


Photographie der nebenstehenden Farbentafel.



ein parallel der Axe einfallendes Strahlensystem senkrecht durch die Vorderfläche gehen, innerhalb des Glases wieder einen Strahlencylinder bilden, und schliefslich in f vereinigt werden; f ist für Crownglas $= 2r$ (s. Anm. S. 154). Man nehme ferner ein schief auf die Oeffnung ab fallendes Strahlenbündel, dieses wird zunächst beim Auffallen auf die plane Vorderseite eine Brechung erleiden, und da alle Strahlen gegen die Vorderfläche gleich geneigt sind, so werden sie alle in gleichem Mafse abgelenkt werden, d. h. nach der ersten Brechung innerhalb des Glases wieder einen Strahlencylinder bilden, der jedoch weniger gegen die Axe der Linse geneigt ist, und dessen Richtung die punktirten Linien angeben. Dieser punktirte Strahlencylinder wird sich nun bei der Brechung durch die Hinterfläche dem parallel der Axe einfallenden analog verhalten. Einer der punktirten Strahlen po' wird in dem vorgezeichneten Falle verlängert durch den Mittelpunkt m der Kugelfläche der Linse gehen. Dieser Strahl mo' geht ungebrochen durch die Kugelfläche (analog dem der Axe parallelen Strahl in o) und bildet nun gleichsam eine neue Axe für den punktirten Strahlencylinder, d. h. die punktirten Strahlen werden sich in Bezug auf diese Axe mo' genau so verhalten, wie die der Hauptaxe parallelen Strahlen zu der Hauptaxe mo. Daher werden die nahe bei o' liegenden Strahlen in einen auf mo' liegenden Punkt f' vereinigt werden, so dafs $o'f' = of$.

Fig. 14.



Aus der vollkommenen Analogie, die zwischen dem schiefen Strahlenbündel mo' und dem geraden mo besteht, folgt weiter, dafs alle diejenigen Strahlen noch in f' werden vereinigt werden, welche innerhalb einer Entfernung $o'd'$ auffallen, die ebenso grofs als od für der Axe parallele Strahlen ist. Trägt man daher $o'd' = od$ mit dem Zirkel ab, so findet man die Grenze der schiefen Strahlen, welche sich noch vollkommen in f' vereinigen werden, die jenseits d' liegenden

Strahlen aber verhalten sich in Bezug auf die Nebenaxe mo' als Randstrahlen, d. h. sie werden nach einem Punkte gebrochen werden, welcher der Linse näher liegt als f'. Demnach werden die jenseits d' liegenden schiefen Strahlen sphärische Abweichung zeigen.

Man ersieht hieraus, wie eine Linse, die in Bezug auf der Hauptaxe parallele Strahlen vollkommen aplanatisch ist, für schief einfallende Strahlen eine entschieden sphärische Abweichung zeigt. Es ergiebt sich aber auch gleichzeitig durch weiteres Studium der Figur das Mittel, diese sphärische Abweichung zu corrigiren.

Es wurde erörtert, dafs nur der untere Theil $d'd'$ des schiefen Strahlenbündels sphärische Abweichung zeigt. Dieser Linsentheil würde daher für schiefe Strahlen nicht nutzbar sein. Andererseits wurde bemerkt, dafs der Linsentheil $o'd'$ nach beiden Seiten der Nebenaxe $o'f'$ für schiefe Strahlen aplanatisch ist; es geht daraus hervor, dafs der oberhalb der Axe liegende Linsentheil $d'd$, welcher für der Hauptaxe parallele Strahlen nicht brauchbar, noch vortrefflich für schiefe Strahlen nutzbar ist, d. h. sie vollkommen correct nach f brechen würde. Der Rand der Linse, welcher für Strahlen parallel der Axe nicht benutzbar ist, ist demnach für schiefe Strahlen vollkommen zulässig. Wenn man deshalb eine Vorrichtung anbringen kann, durch welche die schiefen (hier von unten kommenden) Strahlen mehr auf den (oberen) Rand der Linse geleitet werden, während die axialen Strahlen nur die Mitte der Linse treffen, so kann man die sphärische Aberration für beide Strahlensysteme corrigiren. Diese Bedingung erfüllt man nun, wenn man die Blende nicht dicht an die Linse legt, sondern um ein gewisses Stück davon entfernt. Für den in unserer Figur ausgedrückten Fall ergiebt sich die Stellung der Blende leicht; es gilt hier das unterhalb der Axe liegende schiefe Strahlenbündel dd' (dessen Strahlen sich als Randstrahlen verhalten), abzuschneiden. Man rücke die Blende nach B, und diese Aufgabe ist erfüllt; gleichzeitig wird dadurch für die schiefen Strahlen der obere nutzbare Linsenrand noch frei, während die axialen geraden Strahlen nach wie vor nur auf die Mitte der Linse fallen.

Die Stellung der Blende ist für jeden speciellen Fall verschieden, sie richtet sich nach der Schiefe der Strahlenbüschel und nach der Form der Linse.

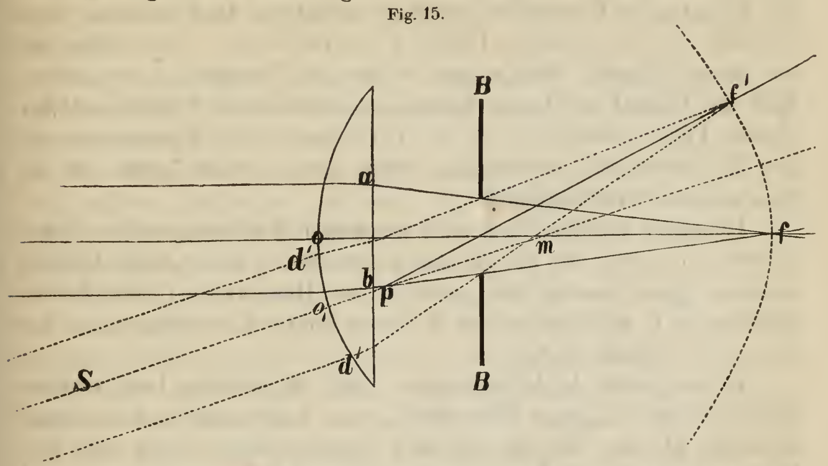
Bei den meisten einfachen Linsen (Landschaftslinsen), welche fast planconvex sind, steht die Blende in der Regel um $\frac{1}{5}$ der Brennweite von der Linse ab.

Wesentlich anders wird das Verhältnifs, wenn die Linse die umgekehrte Stellung hat, d. h. ihre convexe Seite den Strahlen zukehrt.

Da dieser Fall in der photographischen Praxis vorkommt und als Gegensatz zu den eben erörterten von besonderem Interesse ist, wollen wir ihn hier näher betrachten. Es sei ab wieder die erlaubte Oeff-

nung der Linse für der Axe parallele Strahlen. Wir wissen von Seite 154, dafs dieselbe hier etwas gröfser sein kann, als für die umgekehrte Linsenstellung. Der Axe *of* parallel ankommende Strahlen werden innerhalb des Raumes *ab* so gebrochen, dafs sich sämmtliche in *f* vereinigen. Es ist nothwendig, die Art, wo diese Brechung stattfindet, genauer zu verfolgen.

Fig. 15.



Die auf die gewölbte Linsenfläche fallenden Strahlen wurden bei der Brechung durch die Kugelfläche convergent gemacht und würden sich, wenn sie wieder keine Brechung erlitten, d. h. ihren Weg im Glase fortsetzten, in einer Entfernung $= 3r$ vom optischen Mittelpunkt *o* vereinigen.

Fallen nun diese convergenten Strahlen auf eine ebene Fläche, so werden sie abermals gebrochen und dabei noch convergenter gemacht.*) Das Resultat beider Brechungen ist ihre Vereinigung in $f = 2r$.

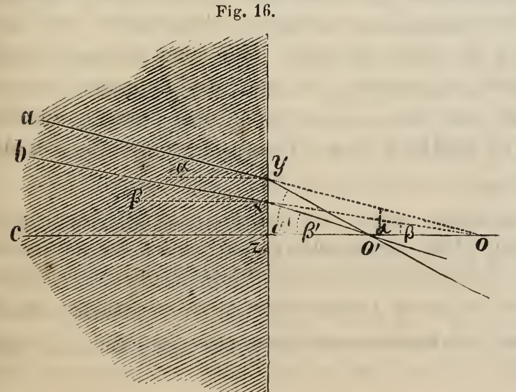
*) Man denke sich ein Strahlenbündel im Glase *ao*, *bo*, *co*, die sich fortgesetzt in einem Punkte *o* kreuzen würden; dieselben mögen auf eine Fläche *F* fallen, so dafs *co* senkrecht, *ao* und *bo* unter den Winkel α, β hindurchgehen; der Brechungsindex sei n, die Brechungswinkel seien α', β', γ', so kann man, wenn die Winkel kleiner als 10° sind, annehmen

$$\alpha' = n\alpha,$$
$$\beta' = n\beta,$$

Es folgt daraus $\alpha : \alpha' = \beta : \beta'$, oder, da man statt der kleineren Winkel ihre Tangenten setzen kann,

$$\frac{xz}{oz} : \frac{xz}{o'z} = \frac{yz}{oz} : \frac{yz}{o''z},$$

Fig. 16.



Jetzt nehme man an, es falle ein schiefes (hier punktirtes) Strahlenbündel auf die Linse, so wird sich unter diesen sicher einer finden, So', der verlängert durch den Mittelpunkt m der Linsenfläche geht. Dieser wird ungebrochen eintreten. Die symmetrisch um diesen Strahl liegenden schiefen Strahlen werden innerhalb einer Oeffnung $d'd'$, welche gleich ist der erlaubten Oeffnung ab, sich analog den parallel zur Hauptaxe m kommenden Strahlen verhalten. Ihre Brechung wird demnach an der vorderen Fläche dieselbe sein. Jetzt treffen sie die zweite Fläche; diese macht sie bei der Brechung convergenter. Sind die Winkel nur klein, welche die gebrochenen Strahlen mit der ebenen Fläche bilden, so ist die Vermehrung ihrer Convergenz von den Einfallswinkeln unabhängig, daher genau ebenso grofs, als bei dem axialen Strahlenbündel.

Demnach verhalten sich unter genannten Bedingungen die schiefen Strahlen in Bezug auf die Brechung, welche sie durch beide Flächen erleiden, ganz analog den parallel zur Hauptaxe of einfallenden Strahlen, d. h. sie werden sich in einem Punkte f' vereinigen, der um $2r$ von o' entfernt liegt.

Es ist jedoch leicht einzusehen, dafs die Strahlen beim schiefen Auffallen auf die plane Hinterfläche zwar keine gröfsere Convergenz erfahren, als das der Axe parallele Strahlenbündel, wohl aber eine Richtungsveränderung erleiden werden. Die Nebenaxe mo' wird nach der Richtung pf' abgelenkt, und die Strahlen werden daher nicht in der Verlängerung $o'm$, sondern in der Richtung pf' ihren Brennpunkt haben, so dafs $op + pf'$ annähernd $= 2r$ wird.

Die schiefen Strahlen, welche jenseits der Grenzen $d'd'$ einfallen, würden natürlich sphärische Abweichung zeigen, d. h. in einem Punkte gebrochen werden, der näher als f' an der Linse liegt. Also ist die Linse in dieser Stellung für der Axe parallele Strahlen nur mit ihrem mittleren Theile dd, für die schief einfallenden Strahlen nur innerhalb des Randtheiles $d'd'$ benutzbar. Um nun sowohl für die geraden als für die schief auffallenden Strahlenbündel diejenigen Strahlen, welche sphärische Abweichung zeigen würden, abzufangen, setzt man hier die Blende hinter die Linse bei BB. Wie man hieraus ersieht, ist das Verhältnifs hier umgekehrt, wie bei der entgegengesetzten Stellung der Linse, wo sie ihre plane Seite dem Objecte zukehrt. Dort wurde der obere Bildtheil vom oberen Linsenrande gebildet,

---

wenn man unter o, o', o'' die Punkte versteht, wo die gebrochenen Strahlen die Senkrechten oz schneiden. Die letztere Gleichung aufgelöst giebt $o''z = oz$, d. h. die Strahlen schneiden sich auch nach der Brechung durch die ebene Fläche in einem Punkte, welcher nur $\frac{1}{n}$ so weit von der ebenen Fläche abliegt, als der ursprüngliche Durchschnittspunkt o. Die Gröfse der Einfallswinkel spielt hier keine Rolle, so lange diese kleiner als 10^0 sind.

hier vom unteren; dort liegt das Bild auf einer Kugelfläche, deren Radius $= 3r$ ist, hier liegt es auf einer Fläche, die stärker gekrümmt ist als $2r$, denn pf' ist $< 2r$; dort wurden die schiefen Strahlen nach der Brechung dem Mittelpunkte des Bildes genähert (denn Sp bildet dort nach der Brechung einen kleineren Winkel mit der Axe als vorher), hier werden sie davon entfernt (denn Sp [S. 163] bildet hier nach der Brechung einen gröfseren Winkel mit der Linsenaxe, als vorher).

Aus allen diesen Umständen ergeben sich bedeutsame Eigenthümlichkeiten, die wir bei Besprechung der anderen Linsenfehler noch erörtern werden.

Die Kenntnifs, die wir hier über die Wirkung einer Linse in den verschiedenen Stellungen und über die Wirkung der Blende erlangt haben, wird uns das Verständnifs der übrigen Erscheinungen in der photographischen Optik wesentlich erleichtern. —

Hierher gehört nun noch ein Linsenfehler, welcher gewöhnlich mit dem Namen der Astigmation bezeichnet wird. Man nehme eine aplanatische Linsencombination von grofser Oeffnung, z. B. eine Portraitlinse, und versuche damit eine Schriftzeile scharf einzustellen. Fällt das Bild der Schrift auf die Mitte der matten Scheibe, so ist dies sehr leicht; fällt sie jedoch nahe dem Rande, so bekommt man sie nie absolut scharf. Der Grund liegt einerseits in der sphärischen Abweichung für schiefe Strahlen, da eine Linse mit voller Oeffnung wohl für axiale Strahlen aplanatisch sein kann, nicht aber für schiefe, andererseits aber auch in der verschiedenen Brechung, welche Strahlen desselben cylindrischen Bündels in verschiedenen Querschnitten der Linse erleiden.

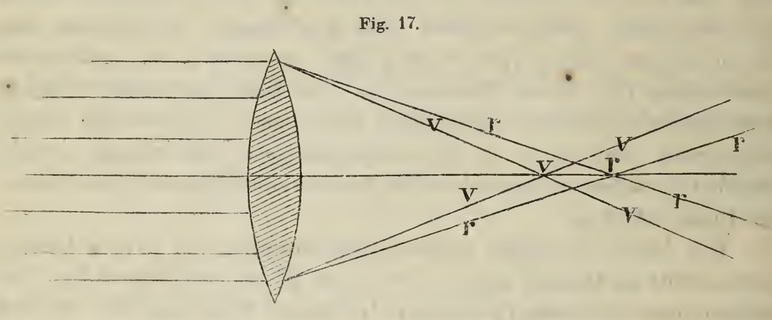
Wir haben bei allen unseren Betrachtungen nur einen Linsendurchschnitt zu Grunde gelegt, der in der Ebene des Papiers lag. Betrachtet man in diesem Querschnitt (s. Figur 14) die Lage der schiefen und geraden Strahlen zur Hauptaxe, so erkennt man, dafs die geraden Strahlen symmetrisch um die Axe mo vertheilt liegen; daher ist auch ihre Brechung in gleichen Abständen von der Axe auf allen Seiten dieselbe. Die schiefen Strahlen liegen dagegen unsymmetrisch zur Axe. Die Folge ist die Ungleichheit in der Brechung zwischen den oberen und unteren Strahlen des schiefen Bündels, der Strahl bei b (Fig. 14) z. B. zeigt sphärische Abweichung, der bei a aber nicht.

Jetzt denke man sich einen Linsenquerschnitt senkrecht zur Ebene des Papiers, in diesem werden die schiefen Strahlen symmemetrisch zur Axe liegen, in Folge dessen auf beiden Seiten der Hauptaxe auch symmetrisch gebrochen werden. Die Brennweite dieser Strahlen ist eine mittlere zwischen g und f' (Fig. 14) liegende, und diese Unterschiede veranlassen die trotz aller Correctionen immer merkliche Unschärfe der Randbilder, das ist die Astigmation.

2) Die chromatische Abweichung oder Farbenzerstreuung.

Bereits auf S. 123 haben wir erwähnt, dafs das weifse Licht beim Durchgange durch brechende Medien neben der Ablenkung noch eine Farbenzerstreuung erleidet, die daher rührt, dafs das scheinbar einfache weifse Licht aus qualitativ verschiedenen Strahlen besteht, die sich einerseits durch die eigenthümliche Wirkung auf Chemicalien und die Netzhaut, andererseits durch ihre verschiedene Brechbarkeit unterscheiden. Roth ist die am schwächsten, Violett die am stärksten brechbare Farbe. Diese Farbenzerstreuung tritt am schönsten beim Gange des Lichtes durch ein Prisma hervor und giebt hier Veranlassung zur Entstehung eines Farbenstreifens — des Spectrums — indem man die sieben Hauptfarben, Violett, Indigo, Blau, Grün, Gelb, Orange, Roth unterscheidet. Da nun eine Linse sich, wie wir S. 151 gezeigt haben, einem Prismensystem analog verhält, so tritt solche Farbenzerstreuung auch bei der Brechung des Lichtes durch Linsen ein, und da Violett stärker brechbar ist als Roth, so werden nach dem Durchgange durch die Linse die violetten Strahlen als die stärker gebrochenen sich in einem der Axe näher liegenden Punkte schneiden, als die rothen.

Fig. 17.



Fällt demnach ein Bündel der Axe paralleler weifser Strahlen auf die Linse, so werden dieselben nach der Brechung nicht in einem Punkte vereinigt werden, sondern je nach ihrer verschiedenen Brechbarkeit eine verschiedene Vereinigungsweite zeigen, die violetten die kürzeste, die rothen die längste, und statt eines einzigen leuchtenden Punktes, des Brennpunktes, welcher bei Anwendung einfarbigen Lichtes resultirt, wird man eine ganze Reihe verschiedenfarbiger Brennpunkte erhalten.*)

*) Dieselben ergeben sich mathematisch leicht aus der Formel

$$\frac{1}{\alpha} = (n-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R}\right) - \frac{1}{a},$$

wenn man für n die Brechungsindices der verschiedenen Farben einsetzt.

Den Unterschied zwischen den Brennweiten der rothen und violetten Strahlen nennt man die chromatische Abweichung.

Bringt man in den Brennpunkt der rothen Strahlen r eine matte Scheibe, so erhält man ein rothes Bild mit violettem Saume. Bringt man die Scheibe in den Brennpunkt der violetten Strahlen r, so erhält man ein violettes Bild mit rothem Saume. Diese farbigen Säume stören natürlich die Deutlichkeit der Bilder in hohem Grade und machen ein scharfes Einstellen überhaupt unmöglich. Linsen würden deshalb zur Erzeugung scharfer Bilder völlig ungeeignet sein, wenn wir nicht Mittel besäfsen, diese chromatische Abweichung zu corrigiren. Bevor wir diese Mittel erörtern, müssen wir auf die Brechungsverhältnisse der Farben etwas näher eingehen. Wir haben bereits oben erläutert, dafs die Brechungsindices für verschiedene durchsichtige Medien für ein und dasselbe einfarbige Licht sehr verschieden sind, dafs Flintglas das Licht stärker breche, als Crownglas, dieses wieder stärker als Wasser. Da nun die Brechungsindices derselben Substanz für verschiedene Farben Unterschiede zeigen, so ist man übereingekommen, als mittleren Brechungsexponenten einer Substanz den der Linie E (im Gelb s. S. 128) zu betrachten. Man nimmt als Brechungsexponenten für die übrigen Farben die Brechungsexponenten der darin vorkommenden charakteristischen Linien.

Als Beispiel geben wir die Brechungsindices der Farben für Flintglas, Crownglas und Wasser nach Fraunhofer.

Substanz	B	C	D	E	F	G	H
Flintglas	1,627	1,629	1,635	1,642	1,648	1,660	1,671
Crownglas	1,525	1,526	1,529	1,533	1,536	1,541	1,546
Wasser	1,330	1,331	1,333	1,335	1,337	1,341	1,344

Die Differenz zwischen den Brechungsindices der rothen und violetten Strahlen nennt man die totale Dispersion. Dieselbe beträgt

für Flintglas 0,0433,
- Crownglas 0,0207,
- Wasser 0,0132.

Die totale Dispersion ist demnach bei Flintglas mehr als doppelt so grofs als bei Crownglas. Schleift man daher 2 Prismen aus Crownglas und Flintglas, welche beide die Linie E um gleichviel ablenken, so wird das Spectrum des Flintglases doppelt so grofs erscheinen, als das des Crownglases. Construirt man also ein Flintglasprisma, welches ein gleich grofses Spectrum liefert, wie ein gegebenes Crownglasprisma, so wird die Ablenkung des so erhaltenen Flintglasprismas bei gleicher Farbenzerstreuung eine geringere sein.

Legt man zwei solcher Prismen in verkehrter Lage auf einander, so werden die Strahlen durch das zweite Prisma nach der entgegengesetzten Richtung hin abgelenkt, die durch das erste Prisma bewirkte Farbenzerstreuung wird durch die gleich starke des zweiten Prismas aufgehoben, die Ablenkung dagegen, welche, wie ausdrücklich bemerkt, bei dem zweiten Prisma geringer ist, wird nur um etwas vermindert, so dafs sie jetzt die Differenz der beiden Ablenkungen ist.*) Wir besitzen demnach ein Mittel, die Farbenzerstreuung eines Prismas durch Combination mit einem Prisma anderer Dispersion aufzuheben, und solches Doppelprisma ohne Farbenzerstreuung nennt man ein achromatisches Prisma.

Eine absolute Farblosigkeit kann dadurch freilich nicht erreicht werden. Aus obiger Tabelle geht hervor, dafs die Differenz der Brechungsexponenten für die Linien *BC* im Flintglas 1,9 mal so grofs ist, wie im Crownglas, die Differenz der Brechung für *GH* aber beim Flintglas 2,19 mal so grofs, als beim Crownglas. Die Folge davon ist, dafs bei zwei gleich langen Crown- und Flintglasspectren der violette Theil der Flintglasprismen diesen Zahlen entsprechend länger ist, als beim Crownglas, und daher ist auch keine absolute Aufhebung der Farbenzerstreuung möglich.

Legt man ein Crown- und Flintglasprisma, die beide gleich lange Spectren geben, verkehrt zusammen, so decken sich genau genommen nur die Farben Roth und Violett, weniger vollkommen aber das Gelb und Indigo. Dieser Umstand schadet für optische Zwecke nicht, er ist aber sehr hinderlich für photographische. Indigo ist hier gerade die am stärksten chemisch wirkende, Gelb die am hellsten sichtbare

---

*) Wie aus der Anmerkung Seite 50 hervorgeht, ist die Ablenkung für kleine Winkel, wenn der brechende Winkel des Prismas $= \alpha$,

$$D = (n - 1)\,\alpha.$$

Die Ablenkung des rothen Strahles ist demnach, wenn n_r sein Brechungsindex, $= (n_r - 1)\,\alpha$, die der violetten, wenn n_v sein Brechungsindex, $= (n_v - 1)\,\alpha$, die totale Dispersion ist also die Differenz beider Gröfsen, $= (n_v - n_r)\,\alpha$; sie ist daher dem brechenden Winkel des Prismas ebenfalls proportional. Für ein Flintglasprisma würde, wenn wir die betreffenden Brechungsindices mit n'_v und n'_r bezeichnen, die Ablenkung bei gleichem Winkel sein $(n'_v - n'_r)\,\alpha$. Verlangt man nun 1 Flintglasprisma, welches ein gleich langes Spectrum liefert, wie ein Crownglasprisma, so ergiebt sich dieses aus der Gleichung, wenn α' der brechende Winkel des Flintglasprismas ist,

$$(n'_v - n'_r)\,\alpha' = (n_v - n_r)\,\alpha,$$

demnach

$$\alpha' = \frac{(n_v - n_r)}{(n'_v - n'_r)} \cdot \alpha.$$

Für die oben gegebenen Glassorten ist $\alpha' = 0{,}485 \cdot \alpha$.

Nehmen wir $\alpha = 20^0$, so ist $\alpha' = 9{,}7^0$. Die Ablenkung des mittleren Strahles E berechnet sich:

$$(n' - 1)\;9{,}7 = 0{,}642 \cdot 9{,}7^0 = 6{,}22^0$$

und

$$(n - 1)\;20 = 0{,}533 \cdot 20 = 10{,}66^0.$$

Beide Prismen in entgegengesetzter Lage combinirt, werden eine Ablenkung $(10{,}66^0 - 6{,}22^0)$ erzeugen $= 4{,}44^0 = 4^0\;26'$.

Farbe für das Auge. Fallen beide in unseren achromatisirten photographischen Gläsern nicht genau zusammen, so entsteht das, was man Focusdifferenz nennt.

Für photographische Gläser berechnet man daher den Achromatismus so, dafs Gelb und Indigo zusammenfallen. *)

Wir haben demnach in der Composition zweier verschiedener Glassorten ein Mittel, die chromatische Abweichung aufzuheben.

Brewster hat bewiesen, dafs eine solche Achromatisirung auch mit 2 Prismen derselben Glassorte möglich ist. Haben beide gleiche brechende Winkel, so wird die Farbenzerstreuung aufgehoben, aber auch die Ablenkung; sie wirken dann zusammengelegt wie ein Planglas. Hat man aber ein Glasprisma von 60° und ein zweites von 40°, so kann man durch passende Wahl der Stellung derselben zu einander einen Achromatismus erzielen, ohne die Ablenkung aufzugeben. Diese Erscheinung erklärt sich daraus, dafs durch die starke Neigung der auf das Prisma *B* (Fig. 18) fallenden Strahlen die Dispersion in bedeutenderem Grade gesteigert wird, als die Ablenkung. Diese Methode der Wegschaffung der chromatischen Abweichung wird nun auch bei Linsen angewendet. Der gewöhnliche Weg der Achromatisirung ist jedoch die Combination einer Convexlinse von Crownglas *a* mit einer Concavlinse von Flintglas *b* (Fig. 19). Beide werden entweder unmittelbar zusammengekittet (wie bei der Frontlinse des Portraitobjectivs), oder sie stehen in einer gewissen Entfernung von einander (wie bei der Hinterlinse derselben Combination). **)

Fig. 18.

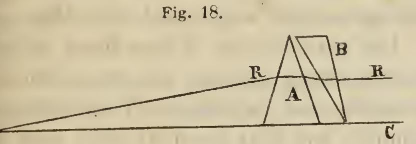
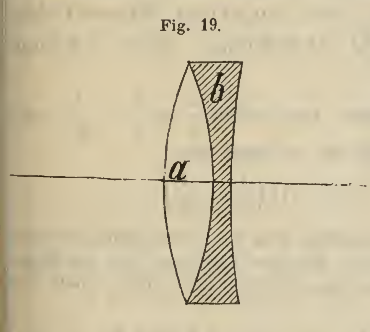


Fig. 19.



Ein Achromat durch Combination zweier Linsen derselben Glassorte zu erzielen, ist z. B. bei der Zentmeyer- und Steinheil-Linse (Periskop) versucht worden.

---

*) Die in voriger Anmerkung gegebenen Formeln gestalten sich dann:

$$\alpha' = \frac{(n_i - n_g)\,\alpha}{(n'_i - n'_g)}.$$

**) Die Brennweite zweier Linsen, die gemeinschaftlich ein Achromat bilden, berechnet sich wie folgt. Falls die Linsen achromatisch erscheinen sollen, müssen der gelbe und indigofarbene Strahl denselben Focus haben. Nun ist der Focus einer Linsencombination p nach S. 160 $= \frac{p' p''}{p' + p''}$; da die zweite Linse concav ist, so

Die Formeln, nach denen man eine achromatische Linsen- und Prismencombination berechnen kann, sind in den Anmerkungen gegeben. Sie sind entwickelt aus den Prismen- und Linsenformeln, die jedoch, wie wir früher gesehen haben, nur unter den einfachen Voraussetzungen, dafs die Strahlen nahe bei der Axe einfallen und nur kleine Winkel mit derselben bilden, gültig sind. Werden diese Voraussetzungen nicht erfüllt, so ist auch der Achromatismus nicht erfüllt. Daher kommt es, dafs Randstrahlen und schief gegen die Axe geneigte Strahlen chromatische Abweichung zeigen, wenn auch die Mitte der Linse achromatisch erscheint. Die chromatische Abweichung ist hier ganz der sphärischen Längenabweichung analog. Sie wächst im umgekehrten Verhältnifs zur Brennweite und im directen Verhältnifs des Quadrats der Oeffnung, und ähnlich wie dort kann dieselbe auch für Randstrahlen durch passende Wahl und Stellung der Blenden corrigirt werden.

3) Wölbung der Bildfläche.

Stellt man eine Camera mit irgend einer aplanatischen Linse auf einen Gegenstand scharf ein, so findet man, dafs es nicht möglich ist, alle Theile des Bildes gleichzeitig scharf zu bekommen. Entweder ist der Rand unscharf und die Mitte scharf, oder umgekehrt. Dieser Fehler rührt keineswegs von der sphärischen Abweichung, denn er kommt

---

ist p'' negativ, demnach $p = \frac{p' p''}{p'' - p'}$, woraus sich ergiebt $\frac{1}{p} = \frac{1}{p'} - \frac{1}{p''}$; setzt man für p' und p'' die Radienformel (S. 153) ein, so erhält man

$$\frac{1}{p} = (n' - 1)\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{R'}\right) - (n'' - 1)\left(\frac{1}{r''} + \frac{1}{R''}\right).$$

Setzt man hier für $n' n''$ die Brechungsexponenten für die verschiedenen farbigen Strahlen ein, so erhält man deren Brennweiten. Für den Fall nun, dafs die Brennweiten für die indigofarbenen und gelben Strahlen dieselben sein sollen, erhält man die Bedingungsgleichung

$$(n'_i - 1)\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{R'}\right) - (n''_i - 1)\left(\frac{1}{r''} + \frac{1}{R''}\right) = (n'_g - 1)\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{R'}\right) - (n''_g - 1)\left(\frac{1}{r''} + \frac{1}{R''}\right),$$

woraus sich ergiebt

$$(n'_i - n'_g)\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{R'}\right) = (n''_i - n''_g)\left(\frac{1}{r''} + \frac{1}{R''}\right).$$

Für die Radienformeln wieder die Werthe $\frac{1}{p'}$ und $\frac{1}{p''}$ eingesetzt, erhält man

$$\frac{(n'_i - n'_g)}{(n' - 1)\, p'} = \frac{(n''_i - n''_g)}{(n'' - 1)\, p''},$$

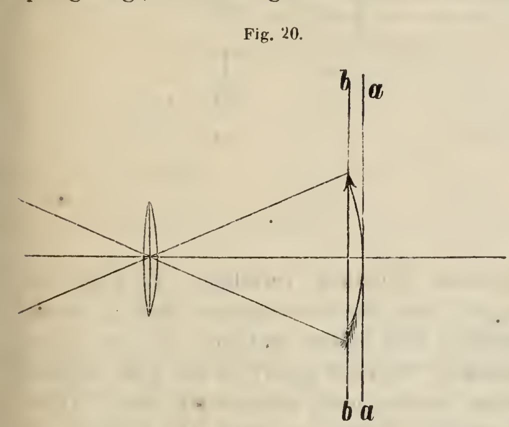
woraus sich die Werthe von p' und p'' leicht berechnen lassen. n' und n'' bedeuten hier die Brechungsverhältnisse der mittleren Strahlen. Den Ausdruck $\frac{(n_i - n_g)}{n - 1}$ nennt man auch das Zerstreuungsvermögen. Die Brennweiten der Linsen eines Achromats müssen sich daher umgekehrt wie ihr Zerstreuungsvermögen verhalten.

bei allen vollkommen aplanatischen Linsen vor, sondern von der Wölbung der Bildfläche*).

Das Bild liegt nämlich nicht auf einer Ebene gleich der matten Scheibe, sondern auf einer mehr oder weniger gekrümmten Fläche, und beim Verrücken der matten Scheibe wird nur der Theil des Bildes auf derselben scharf erscheinen, welchen die matte Scheibe berührt oder schneidet. Der Pfeil in Figur 20 stellt solch ein gekrümmtes Bild dar. Bringt man die matte Scheibe an die Stelle *a a*, so erscheint nur der mittlere Theil scharf, in der Stellung *b b* aber nur der Rand.

Wir haben in dem Capitel über sphärische Abweichung an einem Beispiel gezeigt, wie dieses gekrümmte Bild entstehe (s. S. 161). Es wurde daselbst erörtert, wie diese Bildkrümmung je nach der Stellung der Linse sehr verschieden ist. Es ist leicht einzusehen, dafs auch die Gestalt der Linse von Einflufs ist. Bei Linsen mit sehr beschränktem Gesichtsfeld (wie die astronomischen) ist die Bildwölbung nicht von Bedeutung, sehr auffallend offenbart sie sich aber in der photographischen Praxis, wo die Strahlen oft einen bedeutenden Winkel mit der Axe bilden. Die Mittel, sie wegzuschaffen resp. auf ein Minimum zu reduciren, bestehen

Fig. 20.



1) in der passenden Wahl der Linsen- und Blendenstellung. Auf S. 161 ist gezeigt, dafs für eine planconvexe Linse mit Vorderblende der Krümmungsradius des Bildes gleich $3r$ ist, wenn die Linse ihre plane Seite den Objecten zukehrt, dagegen kleiner als $2r$, wenn die Stellung von Linse und Blende die entgegengesetzte ist. Demnach ist das Bild im ersten Fall ein viel flacheres.

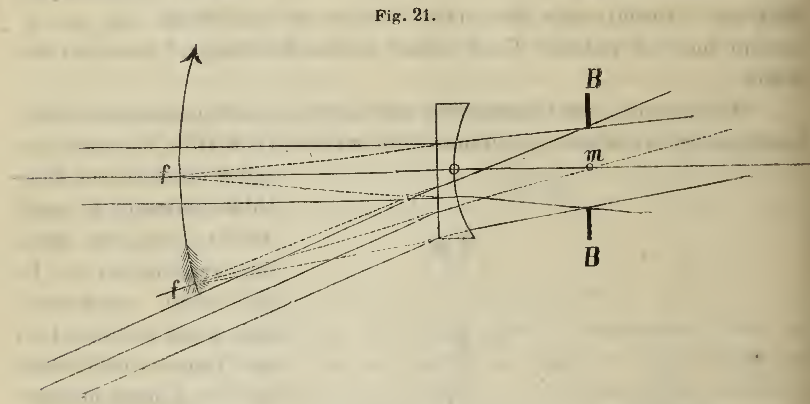
2) Durch passende Wahl der Linsenform. Wie es in Bezug auf sphärische Abweichung eine Linse bester Form giebt, so existiren auch Linsen bester Form in Bezug auf Vermeidung der Bildwölbung, und hat die Erfahrung ergeben, dafs die Menisken, deren concave Seite dem Objecte zugekehrt ist, das ebenste Bild liefern. Solche Linsen sind z. B. die Dallmeyer'schen Landschaftslinsen.

---

*) Wir bedienen uns hier des Ausdrucks Wölbung, weil „Krümmung" der Bildfläche gar zu häufig mit Krümmung der Linien im Bilde (siehe Verzeichnung) verwechselt wird.

3) Durch Linsencombination. Wie oben gezeigt worden ist, giebt eine Sammellinse ein gewölbtes positives Bild eines ebenen Gegenstandes. In ähnlicher Weise liefert eine Zerstreuungslinse ein gewölbtes negatives Bild (Fig. 21), welches aufrecht ist und mit dem (hier weit entfernt gedachten) Gegenstande auf derselben Seite der Linse liegt, indem die Strahlen auf der andern Seite divergirend austreten.*) Nun bleiben die optischen Erscheinungen dieselben, wenn

Fig. 21.



die Strahlen die entgegengesetzte Richtung verfolgen. Es folgt daraus, dafs, wenn Strahlen auf eine Zerstreuungslinse fallen, welche verlängert ein solches gewölbtes Bild liefern würden, diese zu einem ebenen Bilde vereinigen würden. Ja noch mehr, ist das Bild, welches die Strahlen verlängert liefern würde, noch stärker gekrümmt, als es die Linse für sich allein erzeugen würde, so wird das Resultat ein concaves Bild sein.

Combinirt man demnach eine Sammellinse, welche ein gewölbtes Bild liefert, mit einer passend gewählten Zerstreuungslinse, so wird aus der Vereinigung beider ein ebenes Bild resultiren.

Man kann auf diese Weise die Bildwölbung freilich nicht vollständig aufheben, da sonst zu gleicher Zeit die Brechung aufgehoben würde.

Man corrigirt daher die Bildwölbung durch eine concave Linse und dazu benutzt man bei einfachen Linsen die Flintglaslinse, welche auch zur Correctur der chromatischen Abweichung dient. Einen besondern Einflufs hat hierbei auch die Stellung der Linsen zu einander, und planconvexe wie planconcave Linsen liefern viel

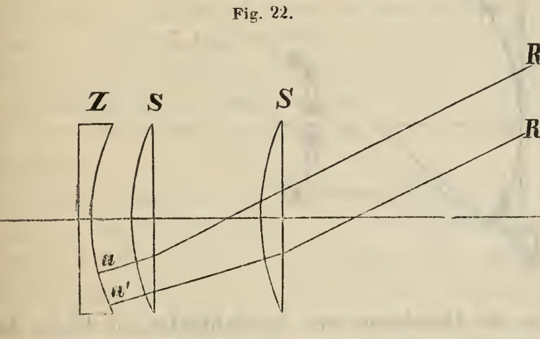
*) Die Construction dieses Bildes so wie sein Krümmungsverhältnifs sind ganz analog dem des Bildes einer planconvexen Linse, s. S. 161. Kehrt die planconcave Linse ihre ebene Fläche den Gegenständen zu, so ist der Krümmungsradius gleich $3r$. Das Bild ist aufrecht und befindet sich auf derselben Linsenseite mit dem Gegenstande. Die Blende B müfste für den in der Figur angenommenen Fall hinter die Linse gesetzt werden.

stärker gekrümmte Bilder, wenn sie ihre gewölbte Seite den Gegenständen zukehren, als umgekehrt. Stellt man demnach die planconvexe Linse so, dafs sie ein stark gewölbtes Bild liefert, so kann man dasselbe durch eine verhältnifsmäfsig viel flachere planconcave Linse corrigiren.

Von ähnlichem Einflufs ist auch die Entfernung der Linsen von einander. Fällt z. B. ein schiefes Strahlenbündel auf eine Sammellinse S, so wird das Bündel nach der Brechung die Zerstreuungslinse in a treffen. Steht die Linse aber weiter entfernt, z. B. bei S', so trifft das Bündel R nach der Brechung in S die Linse Z in a'.

In letzterem Falle fällt es demnach auf einen Punkt, der dem stärker zerstreuenden Rande der Linse Z näher liegt, und die Folge davon ist, dafs die Strahlen eine stärkere Zerstreuung, d. h. eine verhältnifsmäfsig gröfsere Focusverlängerung erfahren als die centralen Strahlen, die auch bei der zweiten Stellung von der Mitte der Linse Z aufgenommen werden. Die Folge davon ist gröfsere Ebnung der Bilder.

Fig. 22.



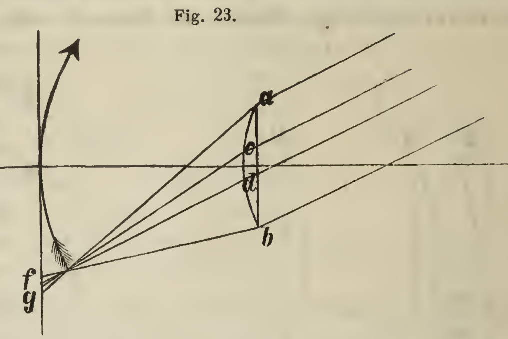
In dieser Weise sind die beiden Linsen der Hinterlinse des Portraitkopfs behufs der Correction der Feldkrümmung um ein gewisses Stück von einander entfernt. Zuweilen ist die Entfernung eine nicht richtig gewählte, dann kann man durch Variation derselben nicht selten eine Linse verbessern. Man schraubt die hintere Combination auseinander, nähert oder entfernt die Linsen mit Hülfe eingelegter Papier- oder Pappstreifen und macht Probeaufnahmen; hierbei findet man, bei welcher Linsenstellung das Objectiv am günstigsten wirkt.

Ferner ist hier das Petzval'sche Orthoskop zu erwähnen. Dieses ist eine Combination einer Sammellinse mit einer um ein gewisses Stück davon entfernten Zerstreuungslinse. Die Sammellinse kehrt ihre convexe Seite den Strahlen zu. Sie allein wird ein sehr gewölbtes Bild liefern, indem jedoch die schiefen Strahlen, welche von ihr ausgehen, auf den Rand der Concavlinse fallen, der stärker zerstreut als die Mitte, wird ihre Brennweite mehr verlängert, als die der Centralstrahlen, und als Folge davon resultirt ein ebenes Bild. In ähnlicher Weise wird bei den Dallmeyer'schen Tripelobjectiven durch Einführung einer negativen Zwischenlinse die Verlängerung des Focus der schiefen Strahlen und dadurch Ebenheit des Bildes

erzielt. Freilich ist diese bei keinem Objectiv eine vollkommene; die übrigbleibende Bildwölbung schadet jedoch nicht immer, bei Portraits z. B. brauchen nicht alle Punkte scharf zu sein, sondern nur die charakteristischen Theile. Anders ist es jedoch bei Aufnahme von Zeichnungen, Architekturen etc. Hier zwingt man die Schärfe über das ganze Bild durch kleine Blenden. Je kleiner die Blende, desto spitzer ist der Strahlenkegel, welchen irgend ein auffallender Strahlencylinder liefert, desto geringer ist die Unschärfe, welche bewirkt wird, falls man die matte Scheibe aus der Spitze der Kegel herausrückt.

Beifolgende Figur erläutert dies. Stellt man auf die Mitte des krummen Pfeilbildes scharf ein, so wird der Rand unscharf, bei gro-

Fig. 23.

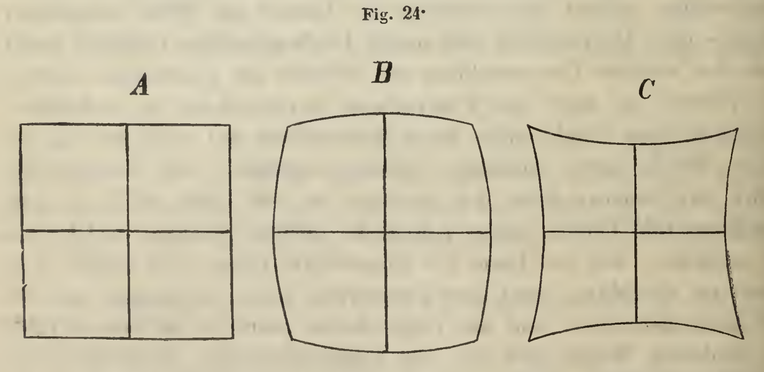


ſser Oeffnung *ab* ist die Unschärfe eine beträchtliche, sie bildet dann einen Zerstreuungskreis vom Durchmesser *fg*. Bei kleiner Blende *cd* ist dagegen der Zerstreuungskreis von viel geringerem Durchmesser, d. h. die Unschärfe viel geringer.

4) Die Verzeichnung.

Stellt man mit einer einfachen Linse mit Vorderblende auf ein Quadrat *A* scharf ein, so erscheint das Bild desselben nicht als Qua-

Fig. 24.



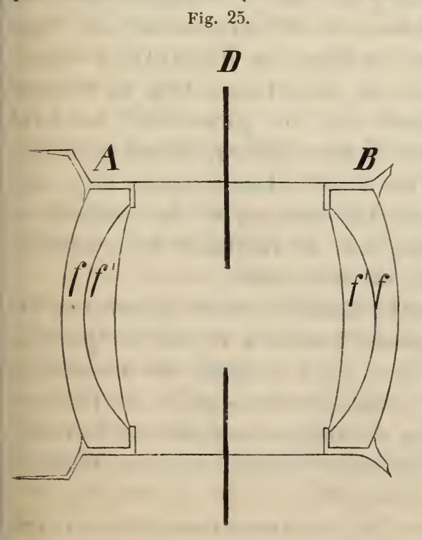
drat, sondern mit gekrümmten Seiten, fast wie eine Tonne (*B*). Die Linien sind nach auswärts gekrümmt. Nimmt man statt der Linse

mit Vorderblende eine mit Hinterblende, so ist die Krümmung die entgegengesetzte (C). Diesen Fehler findet man bei allen einfachen Linsen, wenn auch nicht in gleichem Grade. Er beruht darauf, dafs die Randstrahlen des Gesichtsfeldes unter stärkerem Winkel auf die Linse fallen, also eine stärkere Ablenkung erleiden als die centralen Strahlen. (Wie wir früher gesehen haben, wächst die Ablenkung in gröfserem Mafse als der Einfallswinkel.)

Nun werden jedoch bei dieser Ablenkung, je nach der Blendenstellung, wie früher gezeigt worden ist, die Randstrahlen entweder dem Mittelpunkte des Gesichtsfeldes genähert, wie bei der Vorderblende, oder von demselben entfernt, wie bei der Hinterblende (siehe d. Fig. S. 161 u. 163). Es ist demnach offenbar, dafs, wenn diese Ablenkung für die dem Mittelpunkte des Gesichtsfeldes entfernter liegenden Ecken in stärkerem Mafse erfolgt, als für die Mitten der Seiten, demgemäfs auch die Ecken in dem einen Fall im Bilde dem Mittelpunkte des Bildfeldes näher rücken werden als die Seitenmitten, im andern Fall sich mehr davon entfernen, woraus die geschilderte Verzeichnung hervorgeht.

Dieser Uebelstand der Verzeichnung zeigt sich um so auffallender, je gröfser das Gesichtsfeld der Linse genommen wird. Er stört namentlich bei Aufnahmen von Zeichnungen und Architekturen. Will man einfache Linsen zu diesem Zweck benutzen, so darf nur der mittlere Theil des Bildfeldes verwendet werden. Die Verzeichnung ist abhängig von der Linsenform. Unter allen einfachen Linsenformen zeigt der Meniscus mit der concaven Seite dem Object zugerichtet die Verzeichnung am wenigsten, stärker ist sie schon beim planconvexen Glase (die flache Seite nach dem Object gerichtet), noch stärker bei den biconvexen. Bei einfachen Linsen ist durch passende Wahl der Form die Verzeichnung zwar auf ein Minimum zu reduciren, jedoch niemals ganz aufzuheben. Vermeidung dieses Fehlers erzielt man nur durch Linsencombinationen mit sogenannten Centralblenden. Man denke sich zwei Linsen AB in gewisser Entfernung von einander, und zwischen beiden in der Mitte eine Blende D. Diese Blende wirkt in Bezug auf die erste Linse wie eine Hinterblende, sie erzeugt die Verzeichnung C (Fig. 24); in Bezug auf die zweite

Fig. 25.



Linse wirkt sie dagegen wie eine Vorderblende, sie erzeugt dann die Verzeichnung *B*. Da beide Verzeichnungen die entgegengesetzten sind, so heben sie sich gegenseitig auf, und das Resultat ist ein correctes Bild.

Solche Doppelobjective mit Centralblenden sind z. B. die Kugelobjective, Pantoskope und die neuen Steinheil'schen Aplanate. Die Portraitlinsen von Petzval sind ähnlich construirt, da aber die beiden Linsen sehr ungleich sind, so bleibt noch eine merkliche Verzeichnung übrig.

Ueber Lichtstärke und Gesichtsfeld der Linsen.

Unter der Lichtstärke einer Linse versteht man ihre Fähigkeit, ein mehr oder weniger helles Bild zu liefern. Diese Fähigkeit hängt ab 1) von dem Flächeninhalt der Linse, 2) von ihrer Brennweite, 3) von dem Verlust durch Reflexion und Absorption, welche das Licht beim Durchgange durch die Glasmasse erleidet.

Je gröfser die Fläche einer Linse ist, desto gröfser ist die Quantität der Lichtstrahlen, welche sie aufzunehmen vermag. Nun steht der Flächeninhalt im Verhältnifs des Quadrats des Durchmessers, oder wie man sagt, der Oeffnung. Demnach werden sich die Lichtstärken zweier Linsen unter sonst gleichen Umständen verhalten, wie die Quadrate ihrer Oeffnung.

Sind die Brennweiten der Linsen verschieden, so liefern sie von einem und demselben Gegenstande ein verschieden grofses Bild. Liefert z. B. eine Linse von 6″ Brennweite von irgend einem Gegenstande, z. B. einem Menschen, eine Figur von 3″ Höhe, so liefert bei derselben Entfernung eine Linse von 12″ Brennweite eine Figur von 6″ Höhe. Die Lichtmenge, welche von demselben Gegenstande unter denselben Umständen auf beide Linsen fällt, ist offenbar dieselbe, falls ihre Oeffnung dieselbe ist. Je gröfser aber das Bild desselben Gegenstandes ist, über eine desto gröfsere Fläche wird dieselbe Lichtmenge zerstreut. Wird dieselbe Lichtquantität über eine Fläche von 2 Quadratzoll oder von 4 Quadratzoll Gröfse vertheilt, so ist im letztern Falle die Lichtmenge, d. h. die Helligkeit auf 1 Quadratzoll Fläche nur halb so grofs, als im ersten Falle.

Nun verhalten sich die Flächeninhalte zweier ähnlicher Figuren wie die Quadrate gleich liegender Linien, z. B. wie die Quadrate ihrer Höhe; da aber die Gröfse einer Figur im Bilde der Brennweite einer Linse proportional ist, so verhalten sich demnach die Flächeninhalte derselben wie die Quadrate der Brennweiten, und da die Lichtstärke zweier Bilder im umgekehrten Verhältnisse ihres Flächeninhaltes steht, so folgt daraus:

Die Lichtstärken zweier Linsen verhalten sich, unter

sonst gleichen Umständen, umgekehrt wie die Quadrate ihrer Brennweite. Oeffnung und Brennweite sind demnach die Hauptelemente zur Beurtheilung der Lichtstärke einer Linse. Das directe Verhältnifs der ersten, das indirecte Verhältnifs der letzteren bilden das Criterium derselben. Will man daher zwei Linsen mit einander vergleichen, so dividirt man zunächst ihre Oeffnung o durch ihre Brennweite f und erhebt diesen Bruch ins Quadrat.

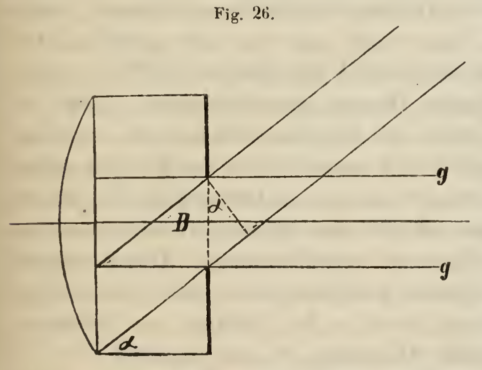
Man nennt diesen Bruch $\frac{o}{f}$ die relative Oeffnung.

Diese Berechnung gilt jedoch nur für Linsen mit voller Oeffnung. Benutzt man aber Linsen mit Blende, so ist statt der Linsenöffnung die Blendenöffnung zu setzen und dürfen nur Vorderblenden mit Vorderblenden, Hinterblenden mit Hinterblenden verglichen werden.

Nun ist aber die Lichtstärke eines Bildes nicht in allen Theilen dieselbe. Schon mit blofsem Auge bemerkt man, dafs die Helligkeit der Linsenbilder von der Mitte nach dem Rande zu nachläfst.

Der Umstand ist leicht zu erklären. Man nehme den einfachsten Fall einer Linse mit Vorderblende. Der Durchmesser des gerade auffallenden Strahlenbüschels gg ist hier gleich dem Blendendurchmesser B, der Durchmesser des schief auffallenden Strahlenbüschels dagegen ist gleich dem Blendendurchmesser, multiplicirt mit dem Cosinus des Einfallswinkels, d. h. gleich $B \cos \alpha$, demnach z. B. für einen Winkel von $60^{\circ} = \frac{1}{2}B$, und da die Helligkeiten sich wie das Quadrat der Oeffnung verhalten, so werden die Helligkeiten für Mitte und Rand des Bildes sich verhalten wie 1 : 4.

Fig. 26.



Je gröfser der Neigungswinkel der Strahlen gegen die Linse ist, desto geringer wird demnach die Helligkeit des Bildrandes, daher tritt dieser Fehler sehr auffallend bei den Weitwinkellinsen hervor.

Nun kommt dazu, dafs bei schiefem Auffallen der Strahlen auf eine Linse ein nicht unbeträchtlicher Theil des Lichtes an der Oberfläche des Glases reflectirt wird, und dafs dieser Lichtverlust mit dem Einfallswinkel wächst.

Daher rührt das namentlich bei kurzen Expositionen so auffallende Zurückbleiben des Randes gegen die Bildmitte. Unter Umständen kann dieses von Vortheil sein, wenn man das Hauptlicht auf einen charakteristischen, in der Mitte liegenden Gegenstand concentriren will,

z. B. bei Portraits auf den Kopf; sie wirkt aber sehr störend bei Aufnahmen von Gebäuden, Landschaften und Zeichnungen.

Die eben erwähnten Reflexe an der Oberfläche der Linsen bewirken aber noch eine andere unangenehme Erscheinung, den sogenannten Lichtfleck und das Entstehen secundärer Bilder.

Fällt Licht auf eine Linse, so wird ein Theil desselben an der Oberfläche reflectirt, ein anderer Theil geht hinein; an der Hinterfläche findet aber eine abermalige Reflexion statt, die reflectirten Strahlen treffen die Vorderfläche, werden hier wieder zurückgeworfen und nun von der Hinterfläche theils wieder zurückgeworfen, theils gebrochen; so entsteht ein secundäres Bild, welches allerdings sehr lichtschwach ist und daher bei kurzer Exposition selten nachtheilig ist, wohl aber bei langer. Der Focus dieses secundären Bildes ist abhängig von der Krümmung der Flächen, in der Regel ist er von dem Hauptbrennpunkte der Linse sehr verschieden und die Folge davon ist, dafs das secundäre Bild im Hauptbrennpunkt nicht scharf erscheint, sondern sich als verschwommener Lichtfleck neben dem hellen Gegenstande, der ihn veranlafst, markirt*). Je stärker gekrümmt die Flächen einer Linse sind, desto stärker spiegeln sie, desto heller ist das secundäre Bild resp. der Lichtfleck; je kleiner die Blende, desto mehr wächst seine Schärfe, daher sieht man ihn sehr auffallend bei den Kugellinsen, namentlich wenn die Vorderfläche vom Sonnenlicht getroffen wird, oder dem hellen Himmel gegenübersteht. Liegt die Brennweite des secundären Bildes in der Unendlichkeit, so erscheint dasselbe als Bild der Blende und markirt sich deutlich als heller Fleck mitten im Bilde. Verrückt man in solchem Fall die Blende nach vorn, so wird der Fleck schärfer und kleiner; verrückt man sie nach hinten, so wird er gröfser und verschwommen. Durch letzeres Mittel kann man den Uebelstand zuweilen heben oder vermindern. Näheres über diese Erscheinung siehe in den Artikeln von Dallmeyer und Steinheil, Photogr. Mittheil. IV. Jahrg., S. 143 und 283.

Wir haben nun noch zu erörtern, was wir unter Gesichtsfeld einer Linse verstehen.

Schraubt man eine Linse an eine grofse Camera, und stellt auf einen entfernten Gegenstand scharf ein, so erkennt man auf der matten Scheibe ein kreisrundes, ziemlich scharf begrenztes Bild. Der Durchmesser desselben ist unabhängig von der Blendengröfse. Vergleicht man Linsen verschiedener Construction und gleicher Brennweite miteinander, so erkennt man, dafs dieses kreisrunde Bild bei verschiedenen Linsen sehr verschieden an Gröfse ist. Den Winkel, unter

*) Herr Commercienrath Busch in Rathenow erzählt uns von einer Linse, bei welcher seltsamer Weise das secundäre Bild mit dem Hauptbilde dieselbe Brennweite hatte und als verkleinertes, verkehrtes Bild des Hauptbildes auf der matten Scheibe deutlich sichtbar war.

welchem dieses Bild vom optischen Mittelpunkt des Objectivs aus gesehen erscheint, nennt man das Gesichtsfeld der betreffenden Linse.

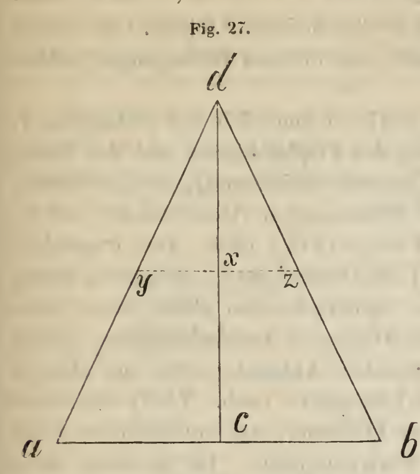


Fig. 27.

Ist ab der Durchmessser des runden Bildes, cd gleich der Brennweite, so ist der Winkel adb das Gesichtsfeld.

Von dem runden Bilde erscheint nur ein Theil scharf, nämlich der mittlere, und die Schärfe verbreitet sich um so weiter nach dem Rande hin, je kleiner die Blenden genommen werden.

Das bei einer bestimmten Blendengröfse brauchbare Bildfeld ist demnach immer kleiner als das Gesichtsfeld. Es wird ebenso wie das Gesichtsfeld aus dem Winkel bei d bestimmt, welchen zwei, nach diametral gegenüberstehenden, noch hinreichend scharf erscheinenden Punkten gezogene Linien mit einander machen.

Beschreibung der photographischen Objective.

Wir haben in dem vorhergegangenen Capitel die Mängel unserer optischen Gläser und die Mittel, sie zu vermeiden resp. auf ein Minimum zu reduciren, kennen gelernt. Wir haben in verschiedenen Punkten darauf hingedeutet, dafs deren Wegschaffung mit Rücksicht auf die grofsen Anforderungen, die man an photographische Linsen stellt, nur theilweise möglich ist, und daher werden alle unsere photographischen Linsen selbst bei der besten Ausführung noch zu wünschen übrig lassen.

Man verlangt von einer photographischen Linse: 1) grofse Lichtstärke, um in möglichst kurzer Zeit, namentlich von Gegenständen, die sehr dunkel oder unruhig sind, Aufnahmen machen zu können. Diese läfst sich nur erreichen mit grofsen Oeffnungen und kurzen Brennweiten; 2) grofse Schärfe bis zum Rande. Diese ist nur mit kleinen Oeffnungen (Blenden) zu erzielen, also dem Gegensatz zu Bedingung 1.; 3) grofses und ebenes Gesichtsfeld. Dieses bedingt sehr schief einfallende Strahlenbüschel, für welche die sphärische Abweichung und Bildkrümmung nur schwer zu corrigiren sind; 4) Freiheit von Verzeichnung; 5) Freiheit von Focusdifferenz; 6) Gleichmäfsigkeit der Lichtkraft über das ganze Gesichtsfeld; 7) Tiefe, d. h. hinreichende Schärfe für Gegenstände, die verschieden weit von der Camera entfernt sind.

Alle diese Bedingungen sind nur schwer oder nicht gleichzeitig zu erfüllen, daher existirt bis jetzt noch keine Universallinse, welche

allem genügt, und man ist genöthigt, sich für verschiedene Zwecke verschiedener Objective zu bedienen.

Der Bedingung 5. entsprechen die meisten Objective in einem für die Praxis ausreichenden Grade, den übrigen Bedingungen jedoch nur theilweise.

So erfüllt das Portraitobjectiv namentlich die Bedingung 1. (Lichtstärke), weniger die übrigen, das Tripletobjectiv und das Steinheil-Aplanat die Bedingung 4. (correcte Zeichnung), sie übertreffen das Portraitobjectiv in Bezug auf Bedingung 3. (Gesichtsfeld) und 7., stehen ihm jedoch in Bezug auf Lichtstärke nach. Das Pantoskop übertrifft alle an Gesichtsfeld und Tiefe (Bedingung 7.), kommt in Bezug auf Correctheit (Bedingung 4.) den vorhergehenden gleich, steht ihnen aber in der Lichtstärke nach. Die Dallmeyer-Landschaftslinse genügt denselben Bedingungen wie der Steinheil-Aplanat, steht ihm aber in Bezug auf correcte Zeichnung und Lichtstärke nach. Tiefe findet sich nur bei Instrumenten mit kleinerer Oeffnung, am vollendetsten beim Pantoskop, am geringsten beim Portraitobjectiv. Es ist daher kein Wunder, dafs eine Menge von Constructionen existiren, welche nach der einen Richtung hin Vollkommenes leisten, in andrer Richtung nicht genügen.

Alle diese Constructionen zu beschreiben, ist uns eine Unmöglichkeit, wir halten uns an die wichtigsten, namentlich an solche, die wir praktisch geprüft haben, und die Art und Weise, wie diese Prüfung vorzunehmen ist, werden wir später erörtern.

1) Das einfache achromatische Objectiv oder die sogenannte Landschaftslinse.

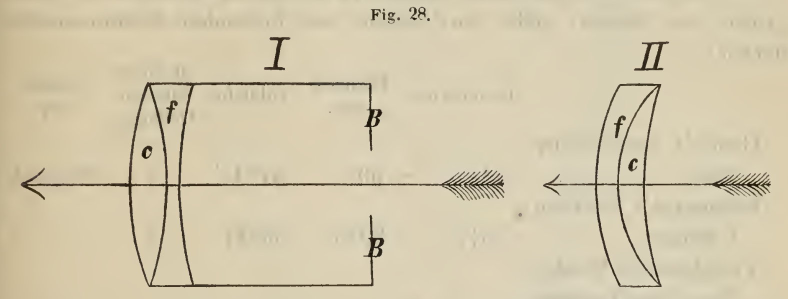
Dieses einfache Objectiv ist die älteste photographische Linse, welche existirt. Ihre Form ist sehr verschieden, kommt aber stets auf Verbindung eines achromatischen zusammengekitteten Linsenpaares mit einer Vorderblende heraus. Die Wirkung einer solchen Verbindung geht aus Fig. 14 (S. 161) hervor. Wie jene als Beispiel gewählte planconvexe Linse verhalten sich auch die ihr ähnlichen Formen der Menisken, nur mit dem Unterschiede, dafs diese die einzelnen Linsenfehler in geringerem Grade zeigen als die planconvexe Form. Geübte Arbeiter pflegen oft genug aus zusammengesetzten Objectiven einzelne Linsen herauszunehmen und benutzen diese mit passend vorgesetzten Blenden zu Landschaftsaufnahmen, wo es auf ein wenig Verzeichnung nicht ankommt. So wird sehr allgemein die fast planconvexe Vorderlinse unserer Portrait-Doppelobjective dazu verwendet, indem man dieselbe umkehrt und Blenden vorsetzt*). Für viele

*) Viele Objective haben zu dem Zweck gleich eine Einrichtung in der Fassung, um die Vorderlinse für sich allein verkehrt anschrauben und Vorderblenden an-

Zwecke genügt dieses vollkommen, ja es giebt Photographen genug, die mit solcher Linse in solcher Fassung auch Reproductionen machen. Die Verzeichnung stört hierbei nur dann, wenn das Gesichtsfeld der Linse zu grofs genommen wird. Innerhalb eines Bildwinkels von circa 15° ist dieselbe kaum merkbar.

Die zuerst unter dem Namen Landschaftslinsen in den Handel gebrachten einfachen Objective haben die folgende Form *I* (Fig. 28). *f* bedeutet Flintglas, *c* Crownglas. Die Blende *B* ist meist $\frac{1}{5}$ der Brenn-

Fig. 28.

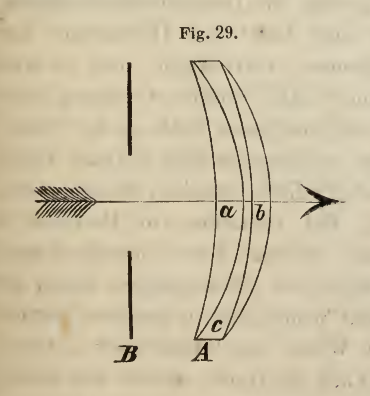


weite von der Linse entfernt. Diese Linse findet man noch in vielen Ateliers. Aufser dieser Form giebt es jedoch noch mehrere andere, die in Bezug auf Gesichtsfeld, Bildgröfse und Verzeichnung günstigere Resultate geben.

Die eine derselben zeigt die Form eines Meniscus II., bestehend aus einer concavconvexen Crownglas- und convexconcaven Flintglaslinse; beide sind, wie auch in der älteren Form, mit Canadabalsam zusammengekittet.

Eine dritte Form, die noch trefflicher wirkt, ist die Dallmeyer'sche Landschaftslinse.

Fig. 29.



Diese besteht nicht aus 2, sondern aus 3 Linsen, die zusammengekittet sind; die mittlere besteht aus Flintglas, die beiden äufseren aus 2 verschiedenen Sorten Crownglas. Die Blende ist um circa $\frac{1}{10}$ der Brennweite von der Linse angebracht. Statt der sonst allgemeinen Einzelblenden, die man wechselt, jenachdem man die Schärfe mehr oder weniger weit nach dem Rande des Bildes hintreiben will, sitzen bei Dall-

---

setzen zu können. Man kann sich auch zuweilen dadurch helfen, dafs man die Hinterlinse des Portraitkopfes herausschraubt, die Vorderlinse an deren Stelle setzt und die Blenden in ihrer ursprünglichen Stelle läfst.

meyer's Linse die Blenden in einer drehbaren Scheibe, die am Objectiv befestigt ist.

Die Verzeichnung ist bei dieser Linse geringer als bei den übrigen Formen, ebenso die Bildwölbung; beides begünstigt die Gröſse des Gesichtsfeldes, und wahrt den Vortheil, auch mit ziemlich groſsen Blenden noch hinreichend scharfe Bilder zu erhalten. Die Oeffnung der kleinsten Blende ist $\frac{1}{30}$ der Brennweite.

Was diese verschiedenen Linsen in Bezug auf Gesichtsfeld, Bildgröſse etc. leisten, geht am besten aus folgenden Bestimmungen hervor:

	Brennweite.	Gesichtsfeld.	Bildfeld.	Relative Blenden-Oeffnung.	Geprüft von
Grubb's Landschaftslinse	14½″	59°	47°42′	?	Shepard.
Dallmeyer's Weitwinkellinse	$8\frac{1}{16}$″	80°3′	56°44′	?	-
Voigtländer's Vorderlinse eines Portrait-Visitenkarten-Objectivs	330 Millim.	62°15′	33°45′	0,0303	Vogel *).
Dallmeyer's Weitwinkellinse	185,2 -	71°5′	54°30′	0,0260	-

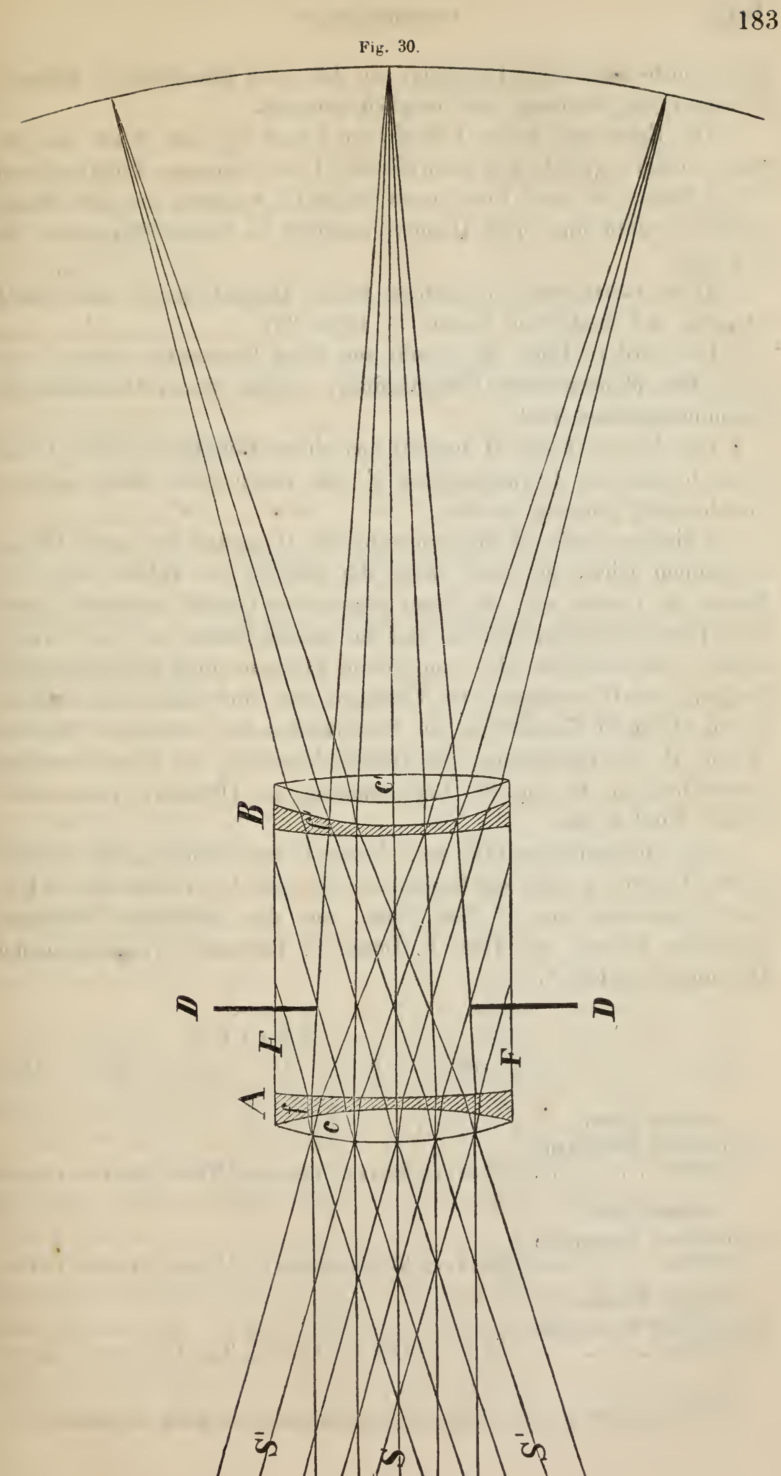
Bei Shepard's Bestimmungen fehlt leider die Angabe der Blendengröſse, welche die Gröſse des Bildfeldes sehr stark beeinfluſst.

2) Das Portraitobjectiv.

Das Landschaftsobjectiv war in den ersten Zeiten der Photographie das allein angewendete, es genügt für Landschaftsaufnahmen, wo man stillhaltende Gegenstände und Licht zur Disposition hat, und es auf Verzeichnung nicht ankommt, vortrefflich, und es wird noch heute in solchen Fällen verwendet. Die relative Oeffnung einer solchen Linse ist jedoch nicht groſs, im günstigsten Falle $\frac{1}{20}$ der Brennweite, und die Folge davon ist eine verhältniſsmäſsig geringe Lichtstärke, die namentlich bei Aufnahmen in halb erhellten Räumen, wie Zimmer, Interieurs, sehr störend ist. Bei Aufnahme von Portraits in einem Glashause bedurfte man mit solcher Linse minutenlanger Sitzungen, und dieser Umstand nöthigte die Photographen früher oft ihre Personen ins Freie zu setzen und womöglich in grellem Sonnenlicht aufzunehmen. Daſs auf diese Weise ein künstlerisch schönes Bild nicht erzielt werden konnte, liegt auf der Hand, und so war für die Portraitphotographie die Erfindung einer Linse von gröſserer Oeffnung und daher groſser Lichtstärke von Petzval in Wien, 1841, ein wahr-

*) Siehe Photogr. Mittheilungen III. Jahrg. S. 14.

Fig. 30.



haft epochemachendes Ereignifs; sie hat eine künstlerische Portraitphotographie überhaupt erst möglich gemacht.

Die Erfindung dieser lichtstarken Linse ist kein Werk des Zufalls, sondern gründlicher theoretischer Berechnungen. Voigtländer in Wien führte die erste Linse nach Petzval's Angaben aus und Martin daselbst nahm das erste Daguerreotypbild in kurzer Exposition damit auf.

Diese lichtstarke Portraitlinse ist ein Doppelobjectiv mit Centralblenden und ungleichen Linsen (s. Figur 30).

Die vordere Linse *A* besteht aus einer biconvexen Crown- und einer fast planconvexen Flintglaslinse, welche durch Canadabalsam zusammengekittet sind.

Die hintere Linse *B* besteht aus einem Flintglasmeniscus f' und einer biconvexen Crownglaslinse c', die durch einen Ring getrennt voneinander gehalten werden.

Zwischen beide ist die Centralblende *D* gesetzt, die um so kleiner genommen wird, je weiter man die Schärfe des Bildes nach dem Rande hin treiben will. In dieser allgemeinen Gestalt stimmen sämmtliche Portraitobjective überein, nur das neuere Dallmeyer'sche Portraitobjectiv unterscheidet sich von diesen Formen durch die umgekehrte Stellung der Hinterlinse. Im Uebrigen aber findet man bei verschiedenen Optikern hinsichtlich der Brennweiten der einzelnen Objective *A* und *B*, der Entfernung und Gröfse derselben, der Blendenstellung Abweichungen die auf die Eigenschaften der Objective von wesentlichem Einflufs sind.

Ein anschauliches Bild von diesen Unterschieden giebt nachfolgende Tabelle, welche die Ergebnisse der mit den verschiedenen Portrait-Objectiven von 36 Zoll Diam. aus der rühmlichst bekannten optischen Anstalt von Hrn. E. Busch in Rathenow vorgenommenen Messungen enthält.*)

	System					
	00	0	I	II	III	IV
Vordere Linse. Aequivalente Brennweite in Zollen	22,34375	20,125	17,9219	15,750	13,5469	11,3906
Hintere Linse. Aequivalente Brennweite in Zollen	35,46875	31,9219	28,375	24,822	21,2915	17,750
Doppel-Objectiv. Aequivalente Brennweite in Zollen	15,250	13,729	12,0469	10,6875	9,2041	7,6875

*) Wir verdanken diese Tabelle Hrn. Commercienrath Busch in Rathenow.

	System					
	00	0	I	II	III	IV
Entfernung der beiden Objective.						
Gemessen von den höchsten Punkten der beiden äufseren convexen Flächen	6,833	6,180	5,550	4,900	4,375	3,800
Gemessen von einem Ansatz der Fassung bis zum anderen	6,700	6,030	5,361	4,690	4,020	3,350
Der Durchmesser des Objectivs verhält sich zur äquivalenten Brennweite nahezu wie . . .	1 : 5	1 : 4½	1 : 4	1 : 3½	1 : 3	1 : 2½
Der Durchmesser des Objectivs (3 Zoll) dividirt durch die Brennweite .	0,1967	0,2185	0,2490	0,2807	0,3259	0,3902
Obige Quotienten in's Quadrat erhoben . . .	0,0387	0,0477	0,0620	0,0789	0,1062	0,1523
Wird die Lichtkraft des Systems 00 gleich Eins angenommen, so ist die der anderen Systeme .	1	1,232	1,602	2,039	2,744	3,935
Abgekürzt	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{5}$	2	$2\frac{3}{4}$	4
Die Lichtkraft in Secunden ausgedrückt, würde sich wie folgt stellen, wenn ein Bild gleicher Gröfse, z. B. ein Visitenkartenbild, mit allen 6 Systemen bei gleicher Blenden-Oeffnung gemacht wird	40	32	25	20	$14\frac{6}{11}$	10

Die Wirkung der beiden combinirten Gläser ergiebt sich zum grofsen Theil schon aus den Auseinandersetzungen in den vorhergehenden Capiteln über Linsenfehler.

Die Vorderlinse ist fast ganz aplanatisch und würde, für sich allein in der Originalstellung angewendet, ohne Blende ein scharfes, jedoch sehr gekrümmtes Bild liefern, wie dies in der Zeichnung S. 163 erläutert ist.

So giebt z. B. eine Voigtländer'sche Visitenkartenlinse von 68 Millimeter Durchmesser mit ihrer Vorderlinse allein ein Bild in 330 Millim. Brennweite. Durch Einfügung irgend einer zweiten Linse erreicht man nun zunächst eine Verkürzung des Focus und Vermehrung der Lichtkraft.

So wird bei dem erwähnten Voigtländer-Objectiv der Focus durch

Einfügung der Hinterlinse auf 230 Millimeter reducirt und dadurch die Lichtkraft der Objective, abgesehen von der Absorption im Glase, im umgekehrten Verhältnifs des Quadrats der Brennweite gesteigert, d. h. im Verhältnifs von 529 : 1089, also nahezu von 1 : 2.

Je näher man die Linsen A und B aneinander bringt, desto kürzer wird die Brennweite, desto gröfser also die Lichtkraft. Dagegen beobachtet man, dafs zu gleicher Zeit die Krümmung des Bildfeldes und die sphärische Aberration für die schiefen Strahlen zunimmt.

Es seien $S' S'$ zwei schief auffallende Strahlenbündel, letztere gehen vollständig durch die Vorderlinse. Derjenige Theil derselben aber, welcher nach der Erläuterung S. 163 sphärische Abweichung erzeugen würde, wird durch die Fassung FF (Fig. 30) abgeschnitten. Die Fassung wirkt demnach als Blende, und je länger dieselbe ist, desto mehr schiefe Strahlen werden zurückgehalten. Es ist leicht ersichtlich, dafs bei sehr grofser Entfernung der Linsen AB die schiefen Strahlenbündel $S S$ gänzlich durch die Fassung abgeschnitten werden, also gar nicht zur Wirkung kommen würden. Bei grofser Entfernung der Linsen ist daher das Gesichtsfeld geringer.

Daraus geht hervor, dafs die Entfernung der beiden Combinationen eine wichtige Rolle spielt. Bei lichtstarken Objectiven des Handels, z. B. den lichtstarken Dallmeyer'schen Stereoskoplinsen, ferner den sogenannten Schnellarbeitern zu Kinderaufnahmen, sind die beiden Objective nahe aneinandergerückt und das Bild zwar sehr hell, aber ziemlich stark gekrümmt, so dafs beim Einstellen ohne Blenden nur eine kleine Fläche auf einmal scharf erhalten werden kann (s. S. 163).

Bei den gröfseren, verhältnifsmäfsig lichtschwächeren Objectiven dagegen ist die Entfernung zwischen beiden Objectiven gröfser, der Focus länger, das Bild daher dunkler, aber auch gröfser und weniger gekrümmt.

Von gleicher Bedeutung wie die Entfernung der Hinterlinse ist ihre Gestalt. Eigenthümlich an derselben ist die Trennung der Crownglas- und Flintglaslinse durch einen zwischengelegten Ring.

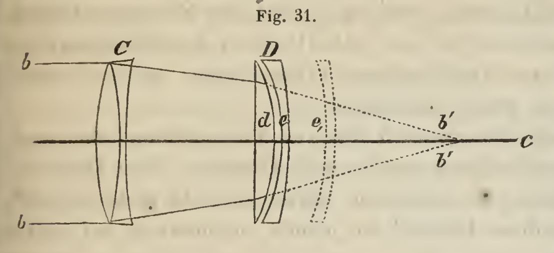
Die von der Vorderlinse gebrochenen und achromatischen Strahlen fallen zuerst auf die Flintglaslinse f' und werden durch diese so zerstreut, dafs die Strahlen des axialen Bündels S fast parallel austreten, die schiefen Strahlen $S' S'$ jedoch ziemlich bedeutend divergiren, daher ist für die axialen Strahlen eine Aenderung der Entfernung der beiden Linsen f' und c' nicht von so grofsem Einflufs, als auf die schiefen Strahlen, wie aus der Erläuterung S. 173 schon hervorgeht. Ist der Ring zu schmal, so erscheinen die Ränder des Bildes unscharf, das Bild ist zu sehr gewölbt.

Man kann daher ein fehlerhaftes Objectiv, welches ein sehr ge-

wölbtes und am Rande unscharfes Bild liefert, mitunter durch Aenderung der Ringbreite in der Hinterlinse verbessern. Natürlich erfordert dieses grofse Sorgfalt und vielfache Versuche.

Andererseits wirkt aber die Entfernung bei den Linsen sehr wesentlich auf den Achromatismus; die blauen Strahlen divergiren nach dem Austritt aus dem Flintglase stärker als die gelben, kommen also gleichsam aus einem der zweiten Linse fc' näheren Punkte als letztere. Je gröfser die Entfernung der beiden Gläser, d. h. je breiter der Ring genommen wird, desto länger wird der chemische Focus im Vergleich zum optischen.

Fig. 31.



Eine eigenthümliche Construction der Hinterlinse findet sich bei den neuen Dallmeyer-Objectiven. Die Gestalt derselben ist annähernd dieselbe, als bei den alten Objectiven, die Stellung derselben aber eine umgekehrte, d. h. die Flintglaslinse hinten, die Crownglaslinse vorn und die Entfernung beider variabel, indem die Flintglaslinse von der Crownglaslinse durch Verschraubung entfernt werden kann (siehe Fig. 31).

Bei gröfserer Entfernung fallen die Randstrahlen mehr auf die (schwächer zerstreuende) Mitte der Linse, bei kürzerem Abstand dagegen mehr auf den stärker zerstreuenden Rand der Linse. Diese ist so construirt, dafs im letztern Fall die sphärische Abweichung vollständig gehoben ist. Entfernt man aber die Linsen durch Verschraubung voneinander, so soll nach Dallmeyer eine merkliche sphärische Abweichung erzeugt werden, so dafs statt eines Focus eine Reihe von Focalpunkten $f' f'' f'''$ entstanden (s. d. Fig. S. 158)*).

Man würde demnach die matte Scheibe etwas verrücken können, ohne der Schärfe wesentlich Eintrag zu thun, und dadurch Focustiefe erlangen. Die Erfahrung hat jedoch ergeben, dafs diese Annahme auf einem Irrthum beruht. Sie würde richtig sein, wenn die Brennweite der Hinterlinse kürzer, d. h. ihre Flächen stärker gekrümmt wären, so dafs ein merklicher Unterschied zwischen den centralen und Randstrahlen stattfände. Dies ist jedoch nicht der Fall, und in der That erlangt man daher durch Entfernung der beiden Linsen nur eine Aenderung des Achromatismus, d. h. die Schärfe wird mehr „nach hinten“ verlegt. In normaler Lage (ohne Verschraubung) angewendet, ist die neue Linse in Bezug auf Schärfe, Gesichtsfeld, Lichtstärke eine der besten, welche existirten.

---

*) Siehe auch Dallmeyer's Abhandlung, Photogr. Mitth. III. Jahrg., S. 280.

Aufser der Gestalt ist noch die Gröfse der Hinterlinse von Einflufs. Meist wird sie etwas breiter als die Vorderlinse gemacht. In auffälligem Grade ist dies bei den Kegelobjectiven der Fall. Je gröfser die Hinterlinse angenommen wird, desto gröfser ist der Theil des schiefen Strahlenbündels S', welcher zur Wirkung kommt und welcher bei kleineren Hinterlinsen durch die Fassung FF abgeschnitten wird. Die Folge davon ist gröfsere Helligkeit des Bildrandes, aber auch, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, gröfsere sphärische Abweichung der schiefen Strahlen.

Das Portraitobjectiv ist ziemlich frei von Verzeichnung, das neue Dallmeyer-Objectiv soll vollkommen correct arbeiten. Sein Gesichtsfeld ist sehr verschieden; im Maximum dürfte es nicht mehr als 60° betragen. Das brauchbare Bildfeld ist jedoch, namentlich bei voller Oeffnung, viel kleiner.

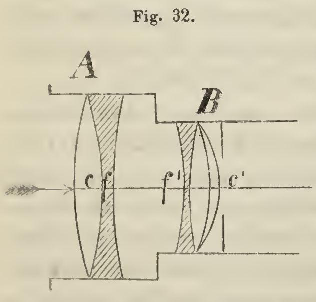
Als Beispiel sei hier das Resultat einer Untersuchung des Voigtländer-Visitobjectivs hergestellt:

Durchmesser	Brennweite	Gesichtsfeld	brauchbares Bildfeld bei voller Oeffnung
68,5^{mm}	230^{m}	43° 50′	22° 10′

3) Das Orthoskop.

Für Aufnahmen von Zeichnungen, Architekturen ist es von Vortheil, ein Instrument zu besitzen, welches ein möglichst ebenes Bild liefert. Diese Anforderung erfüllt das ebenfalls von Petzval berechnete Orthoskop, welches früher neben den beiden vorher beschriebenen Linsen sehr allgemein in Gebrauch war, jetzt jedoch durch die Tripletlinse grofsentheils verdrängt worden ist.

Fig. 32.



Das Orthoskop besteht aus einer grofsen concavconvexen Vorderlinse A mit zusammengekitteten Crown- und Flintgläsern und einem als Zerstreuungsglas wirkenden Hinterlinsencomplex B, der aus einer biconcaven Flint- und einer concavconvexen Crownglaslinse besteht.

Die Blenden sind gewöhnlich hinter der Linse angebracht.

Die Vorderlinse ist nicht vollkommen aplanatisch, sie liefert allein von axialen Strahlen ein mäfsig scharfes, von schiefen Strahlen ein sehr unscharfes und stark gewölbtes Bild. Die sphärische Abweichung der axialen Strahlen wird aber durch die zweite Linse corrigirt und der Focus zugleich verlängert. Gleiches geschieht mit dem schiefen Strahlenbündel, nur werden diese, weil dieselben durch den Rand der Zerstreuungslinse gehen, eine viel be-

deutendere Zerstreuung, d. h. Focusverlängerung erfahren, als die axialen Strahlenbündel und die Folge davon ist die grofse Ebenheit des Bildes (s. S. 173).

Ein Uebelstand des Orthoskops ist die Verzeichnung; sie liefert die geraden Linien einwärts gekrümmt. Dieser Umstand macht sie zur Aufnahme von Zeichnungen und Architekturen weniger geschickt als die Tripletlinse.

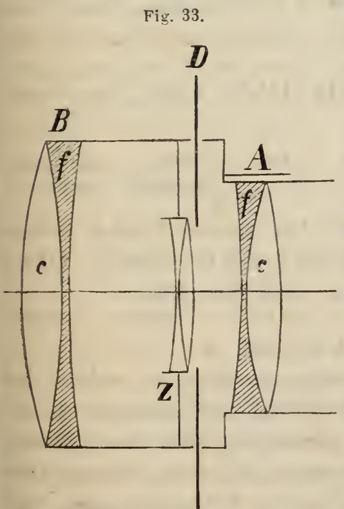
4) Die Tripletlinse.

Das Tripletobjectiv hat seinen Namen von seiner Zusammensetzung. Es besteht aus drei Linsensystemen, zwei achromatischen Sammellinsen und einer zwischengesetzten kleineren Zerstreuungslinse, deren Durchmesser durch Centralblenden mehr oder weniger modificirt werden kann.

Setzt man zwei gleiche Sammellinsen zu einem Doppelobjectiv mit Centralblenden zusammen, so wird man ein Bild erhalten, welches den grofsen Vortheil vor dem Orthoskopbild besitzt, frei von Verzeichnung zu sein und lichtstärker als eine Einzellinse gleicher Brennweite (s. die Erläuterung S. 175), dagegen würde es ein sehr stark gewölbtes Bildfeld zeigen. Diesem Fehler suchte nun zuerst Sutton durch Einführung einer concaven Zwischenlinse abzuhelfen. Diese wirkt zerstreuend, sie macht die Strahlen divergender, den Gesammtfocus daher länger (s. S. 173).

Die schiefen Strahlenbüschel, welche stärker convergiren, geben hierbei durch den stärker zerstreuenden Rand der Zwischenlinse, sie werden daher eine gröfsere Focusverlängerung erfahren, als die durch die schwächer zerstreuende Mitte gehenden axialen Strahlen.

Fig. 33.



Auf diese Weise wird die starke Bildkrümmung fast ganz gehoben. Das ursprüngliche, von Sutton angegebene Tripletobjectiv war symmetrisch, Dallmeyer wich jedoch von Sutton's Angaben erheblich ab und seine Tripletobjective, welche sehr allgemein verbreitet sind, zeigen eine kleinere Vorderlinse *A* und eine gröfsere Hinterlinse *B*.

Die Blenden *D* befinden sich vor der Zwischenlinse *Z*.

Das ganze System giebt bei voller Oeffnung Bilder, deren Mitte vollkommen scharf ist, da jedoch die relative Oeffnung bedeutend gröfser ist, als bei einem Portraitobjectiv, nicht so licht-

stark sind als diese. Um Schärfe nach dem Rande hin zu erhalten, bedient man sich der Blenden.

Die Tripletlinse deckt ein gröſseres und ebeneres Feld als die meisten Portraitlinsen und ist, richtig construirt, frei von Verzeichnung. Sie dient sehr allgemein zur Aufnahme von Zeichnungen, Architekturen und Landschaften. Zu Portraits ist sie ihrer geringeren Lichtstärke wegen wenig geeignet. Dallmeyer giebt an, daſs man sie nach Herausnehmen der Zwischenlinse zum Portraitiren verwenden könne. Dadurch wird allerdings der Focus beträchtlich gekürzt, und die Lichtkraft gesteigert, das Feld erscheint jedoch alsdann sehr gekrümmt und daher das Bild mangelhafter, als bei einer gewöhnlichen Portraitlinse.

Neuerdings haben jedoch Dallmeyer und Busch Versuche gemacht, die Lichtkraft dieses Systems durch Vergröſserung der Zwischenlinse zu steigern. Auf diese Weise ist es in der That gelungen, ein Objectiv herzustellen, welches das groſse Gesichtsfeld und die Feldebenheit des gewöhnlichen Triplets zeigt, es jedoch an Lichtstärke bedeutend übertrifft und darin dem Portraitobjectiv nahe kommt. Busch's verbessertes Triplet ist unter dem Namen Universaltriplet bekannt (so genannt, weil seine Anwendbarkeit eine sehr vielseitige ist).

Dieses Universaltriplet leistet wegen seines groſsen Feldes namentlich bei Gruppenaufnahmen gute Dienste. Bedingung ist dabei freilich gutes Licht. Um einen Ueberblick über die Leistungsfähigkeit der alten und neuen Tripletlinsen zu geben, folgt hierbei das Resultat mehrerer Untersuchungen.

	Durchmesser		Brennweite	Gesichtsfeld	Bildfeld	Relative Blenden-Oeffnung	Bemerkungen
	der Vorderlinse	der Zwischenlinse					
Dallmeyer's Triplet No. 1	32m	18,5m	207	70° 40′	44° 30′	0,027	verzeichnete etwas.
Busch's Universaltriplet	64m	50,5m	390	72°	45°	volle Oeffnung	zeichnete correct.

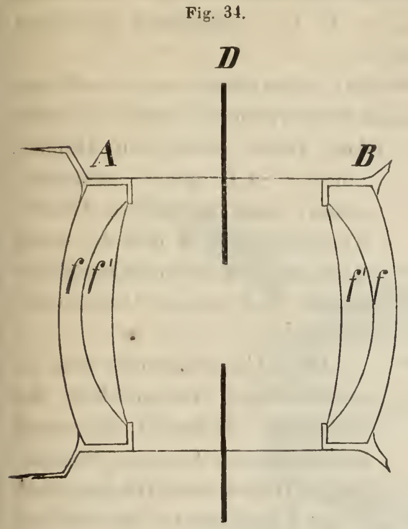
Die Zwischenlinse ist demnach bei den älteren Triplets kleiner als $\frac{1}{10}$, bei den Universaltriplets gröſser als $\frac{1}{8}$ der Brennweite. Ohne Zwischenlinse ist Busch's Universaltriplet nicht brauchbar.

5) Steinheil's Aplanat.

In der Tripletlinse besitzen wir bereits ein Objectiv, welches bei correcter Zeichnung ein ziemlich ebenes Feld und ziemliche Lichtstärke zeigt. Man darf jedoch nicht verhehlen, daſs dieser Zweck auf eine ziemlich complicirte Weise erreicht ist. Die 3 Linsen bestehen aus je 2 Gläsern, deren jedes wieder 2 Flächen zeigt, das heiſst in Summa 12 Flächen, deren jede einzelne geschliffen werden

mufs. Die grofse Anzahl der Gläser reflectirt oder absorbirt eine nicht unbeträchtliche Quantität von Licht.

Fig. 34.



Steinheil in München versuchte deshalb die Construction einer Linse, welche einfacher zusammengesetzt ist und in Bezug auf Lichtstärke, correcte Zeichnung, Ebenheit, Gesichtsfeld, dasselbe leistet, und so entstand das aplanatische Objectiv, welches in der That alle die genannten Anforderungen in anerkennenswerthester Weise erfüllt. Das Steinheil'sche Aplanat besteht aus 2 flachgewölbten symmetrischen Linsen, *A*, *B*, deren jede einzelne aus 2 Flintglasmenisken zusammengesetzt ist, die jedoch aus Gläsern von verschiedener Brechbarkeit bestehen. Seine Construction ist das Resultat sehr gründlicher theoretischer Berechnungen des Herrn Dr. Steinheil, die jedoch bis jetzt noch nicht publicirt worden sind.

Das Aplanat giebt schon bei voller Oeffnung ($\frac{1}{7}$ der Brennweite) ein scharfes Bild über eine Fläche, dessen Durchmesser nahezu gleich $\frac{2}{3}$ der Brennweite ist, und ist daher gleich dem Universaltriplet zum Portraitiren bei gutem Licht verwendbar, obgleich es hierin der gewöhnlichen Portraitlinse nachsteht. Seine Leistungsfähigkeit ergiebt sich am besten aus folgenden Resultaten der Prüfung von Seiten der Commission des Photographischen Vereins von Berlin.

Steinheil's Aplanat No. 3:

Durchmesser	Brennweite	Bildgröfse für Portraits	Landschaft	Gesichtsfeld	Brauchbares Bildfeld bei 0,026 Blendenöffnung	Bemerkungen
19'''	$10\frac{1}{4}''$	$6\frac{1}{4}''$	$10\frac{1}{2}''$	—	—	nach Angabe des Preiscourants.
43mm	296,6m	6''	—	65° 20'	43° 20'	nach dem Bericht der Prüfungscommission*).

6) Das Kugelobjectiv und das Pantoskop.

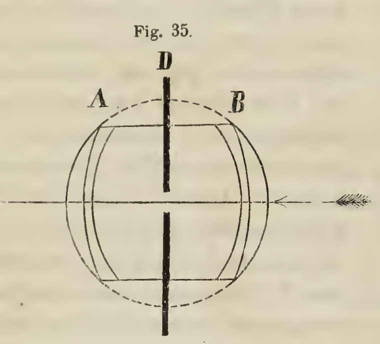
Die vorher beschriebenen Linsen zeigen alle ein nur mäfsiges Bildfeld, welches im günstigsten Falle bis 60° geht. Ein solches Bild-

*) Siehe Photogr. Mittheilungen V. Jahrg. S. 11.

feld reicht für die meisten Landschafts- und Architekturaufnahmen aus, sie genügen aber nicht, im Fall dem Arbeiter eine nur kurze Distanz zu Gebote steht, wie dies z. B. bei Aufnahmen in engen Strafsen, Interieurs etc. der Fall ist.

Harrison und Schnitzer in New-York construirten nun eine Linse, die sich von den früher vorhandenen Constructionen durch ein sehr grofses Gesichtsfeld auszeichnet. Diese Linse bildet ein Doppelobjectiv *A B* mit 2 symmetrischen, stark gewölbten Crown-Flintglaslinsen *A* und *B*, deren Aufsenflächen in einer Kugelfläche liegen, und besitzt Centralblenden *D*.

Fig. 35.

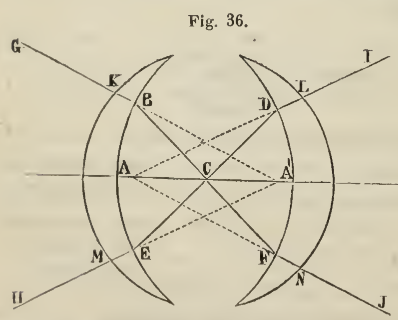


Diese Centralblenden sind ein nothwendiger Bestandtheil des Objectivs. Während die vorher beschriebenen Linsen: Portraitlinse, Triplet und Aplanat, auch ohne solche scharfe Bilder geben, zeigt das Kugelobjectiv ohne Blende eine sehr auffällige sphärische Abweichung, die es gänzlich unbrauchbar macht.

In Folge dessen steht es den erstgenannten Objectiven an Lichtstärke entschieden nach.

In Folge der Wirkung der kleinen Blende kommt von den auf die offene Vorderlinse fallenden Strahlenbündeln nur ein sehr kleiner Theil zur Wirkung, nämlich der, welcher nahezu senkrecht auffällt. Beistehende Figur versinnlicht den Gang eines solchen schmalen Strahlenbündels im Kugelobjectiv. Die schief auffallenden Bündel *L I* und *N I* gehen nach der Brechung durch das Centrum des Objectivs, fallen auf die Punkte *B* und *E*, und treten abermals gebrochen parallel ihrer ursprünglichen Richtung wieder aus.

Fig. 36.



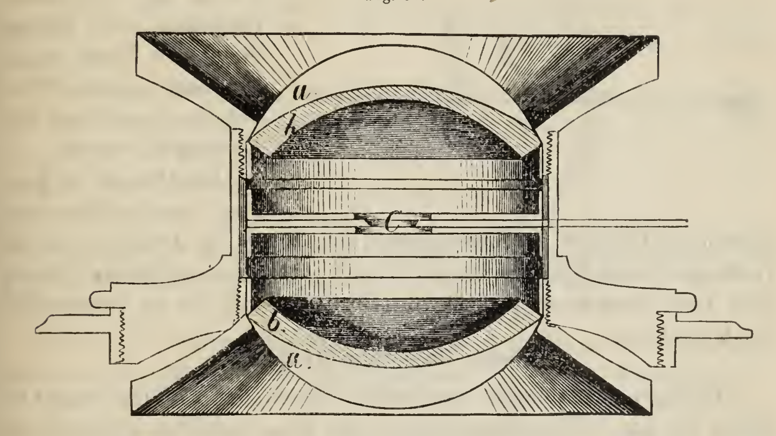
Das ursprüngliche Kugelobjectiv von Harrison zeigte nur einen Bildwinkel von höchstens 75°.

Busch in Rathenow construirte ein dem Kugelobjectiv ähnliches Instrument, welches das Harrison'sche an Bildgröfse weitaus übertrifft und den erstaunlichen Bildwinkel von 90° (Gesichtsfeld 105°) zeigt. Das Bild, welches eine solche Linse liefert, ist doppelt so lang als die Brennweite desselben.

Die Einrichtung des Instruments ist eine den Kugelobjectiven ähnliche. Die äufseren Flächen liegen jedoch nicht auf einer und derselben Kugelfläche.

Wir geben hier eine Zeichnung des Instruments, welche wir Herrn Busch in Rathenow verdanken, sie stellt das Pantoskop No. 5 von 17 Linien Durchmesser und 20 Zoll Bildlänge in Originalgröfse mit Fassung dar; *a* sind die Crownglas-, *b* die Flintglaslinsen.

Fig. 37.



Das Kugelobjectiv übertrifft es nicht nur in Bezug auf ebeneres Bildfeld und gröfseres Gesichtsfeld, sondern auch in Bezug auf Lichtstärke und auf gröfsere Schärfe. Wegen der Schmalheit des zur Wirkung kommenden Strahlenkegels zeigen die Linsen grofse Tiefe.

Ein Uebelstand dieser Objective von sehr weitem Gesichtsfeld ist das Abnehmen der Lichtstärke nach dem Rande des Bildes hin. Dieser Umstand veranlafst, dafs die Ränder des Bildes oft noch unterexponirt erscheinen, wenn die Mitte bereits ausexponirt ist, und tritt dieser Fehler, namentlich wenn die Mitte des Bildfeldes mit hellen, der Rand mit dunklen Gegenständen ausgefüllt ist, stark hervor. Ferner liefern sie nicht selten den fatalen Lichtfleck (s. S. 177, 178)*).

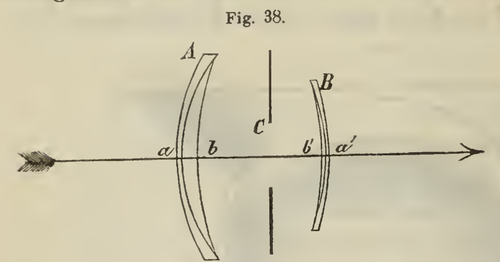
Bei Anwendung dieser Instrumente ist ferner darauf zu achten, dafs dieselben leicht übertrieben erscheinende Perspectiven geben, d. h. die nahen Gegenstände erscheinen zu grofs, die fernen zu klein.

Gleichzeitig mit Busch's Pantoskop construirte Steinheil in München sein Periskop, ein Instrument, das ebenfalls ein Gesichtsfeld von 90° zeigt, und das merkwürdigerweise nur aus 2 Crownglaslinsen besteht. Leider zeigt das Instrument Focaldifferenz, ein Umstand, der seine praktische Anwendbarkeit wesentlich beeinträchtigt.

*) Neuerdings ist es Herrn Busch gelungen, durch geeignete Stellung der Blenden den Lichtfleck ganz wegzuschaffen.

Als neuestes Product in diesem Gebiete ist Dallmeyer's Rectilinearlinse zu erwähnen. Diese dem Pantoskop an Leistungsfähigkeit nahekommende Linse besteht aus 2 achromatischen Menisken *A* und *B* mit zwischengestellter Blende. Die Stellung der letzteren ist so gewählt, daſs der Lichtfleck, der sich bei Kugelobjectiven in so unangenehmem Grade zeigt, vermieden ist*).

Fig. 38.



Zentmeyer in Philadelphia hat eine Linse construirt, die analog Steinheil's Periskop einen sehr groſsen Winkel zeigt und nur aus Crownglas besteht.

Die Gestalt der Linsen, aus welchen das Zentmeyer-Objectiv zusammengesetzt ist, ähnelt im Aeuſsern der der Dallmeyer'schen Rectilinearlinse. Ueber ihre Leistungsfähigkeit liegen noch keine genaueren Proben vor, doch übertrifft sie an Gesichtsfeld die Kugellinse.

Ueber Objectivprüfungen.

Photographen pflegen gewöhnlich behufs der Prüfung eines Objectivs ein paar Versuchsaufnahmen mit dem fraglichen Objective zu machen. Solche sind sehr schätzbar, sie geben aber dennoch nur einen ungefähren Anhalt, denn man erfährt dadurch nur die Bildgröſse, die Schärfe nach dem Rande hin und die Freiheit von Focusdifferenz und Verzeichnung. Ueber die Lichtstärke aber gewinnt man nur ein sehr oberflächliches Urtheil, und was die Bildgröſse anbetrifft, so bildet diese für sich allein noch keinen Maſsstab für den Werth eines Objectivs.

Häufig sagt man: ein Portraitobjectiv, welches eine doppelt so hohe Figur liefert, als sein Durchmesser, ist ein gutes.

Man braucht aber nur in die Preiscourants der Optiker zu blicken, um zu erkennen, daſs die Bildgröſse bei Objectiven derselben Oeffnung total verschieden ist. Z. B. giebt der Busch'sche Dreizöller (s. S. 184)

			Brennweite	Preis
System	I	ein Bild von 7×9 Zoll	12 Zoll	46 Thlr.
-	II	- - - $6 \times 7\frac{1}{2}$ -	$10\frac{7}{10}$ -	51 -
-	III	- - - $4\frac{3}{4} \times 6\frac{1}{4}$ -	$9\frac{2}{10}$ -	60 -
-	IV	- - - $4\frac{1}{4} \times 5\frac{1}{4}$ -	$7\frac{7}{10}$ -	70 -

Nimmt man die Bildgröſse als Ausgangspunkt, so würde der erste der beste sein. Nun ist aber gerade der letzte, welcher das kleinste Bild liefert, der theuerste. Worin beruht demnach der Unterschied?

*) Siehe Photogr. Mittheil. IV. Jahrg. S. 143.

Es ist die Brennweite. Je kürzer die Brennweite, desto gröfser ist, bei gleicher Oeffnung, die Lichtstärke. Hieraus geht schon die Wichtigkeit der Brennweitenbestimmung zur Beurtheilung der Güte eines Objectivs hervor. Kennt man die Brennweite, so kann man zunächst einen Schlufs auf die Lichtstärke machen. Die Lichtstärken verhalten sich bei gleicher Oeffnung umgekehrt wie die Quadrate der Brennweiten (s. S. 177).

Nimmt man z. B. No. IV und I zum Vergleich, so verhalten sich deren Lichtstärken wie 12^2 zu $7\frac{7}{10}{}^2$, d. h. wie 144 zu $59\frac{29}{100}$ oder fast wie $1 : 2\frac{1}{2}$.

Demnach ist das System IV $2\frac{1}{2}$mal so lichtstark als System I und darin beruht sein Vorzug. (Siehe die Tabelle S. 185 über das Verhältnifs der Lichtkraft der einzelnen Systeme und der für jedes nöthigen Expositionszeiten.) Nun sind aber die Brennweiten in den optischen Preiscouranten in der Regel sehr ungenau angegeben. Viele Leute glauben, Brennweite sei die Entfernung der matten Scheibe von der Hinterlinse bei scharfem Einstellen. Dies stimmt nur für die einfache Linse, nicht für die zusammengesetzte.

Für die zusammengesetzten Linsen ist die Brennweite und die Entfernung der Visirscheibe von der Hinterlinse etwas ganz Verschiedenes.

Ich nehme gleich als Beispiel den Steinheil. Die Brennweite desselben ist im Preiscourant zu $10\frac{1}{4}$ Pariser Zoll, d. h. 0,276 Meter angegeben. Derselbe betrug jedoch nach meinen Messungen 0,296 Meter. Da nun häufig genug ähnliche Abweichungen vorkommen, man oft nicht einmal weifs, ob unter Brennweite die Entfernung der matten Scheibe von der Hinterlinse oder der wirkliche aequ. Focus verstanden ist, so ist es von Wichtigkeit diesen selbst genau zu bestimmen. Zur genauen Focusbestimmung hat man verschiedene Wege empfohlen. Wir haben alle durchprobirt und halten die beiden folgenden für die einfachsten und zuverlässigsten.

Erste Methode.

Man wähle ein recht charakteristisches, vom Atelier sehr entferntes Object, z. B. ein Haus, einen Thurm etc. Auf dieses stelle man mit Hülfe einer einfachen planconvexen Landschaftslinse scharf ein (die Vorderlinse eines Portraitobjectivs, wenn sie planconvex ist, ist für diesen Zweck in umgekehrter Lage, die plane Seite dem Object zugewendet, sehr gut brauchbar).

Man mache eine Aufnahme, in welcher das Prüfungsobject auf die Mitte der Platte fällt und dann messe man genau

1) die Entfernung der matten Scheibe vom Objectiv,
2) die Gröfse des Thurmes oder Hauses im Bilde.

1 ist die Brennweite der einfachen Linse.

2 ist die dieser Brennweite entsprechende Bildgröfse.

Die Probeplatte bewahre man auf, die gewonnenen Zahlen notire man. Will man nun irgend ein Objectiv prüfen, so stelle man es auf genau denselben Ort mit der Camera auf, stelle genau auf dasselbe Object unter denselben Verhältnissen scharf ein, mache eine Probeplatte und messe die Gröfse des Thurmes im Bilde.

Die Brennweiten zweier Objective stehen nun in demselben Verhältnifs, wie die Gröfsen der Bilder eines und desselben sehr entfernten Gegenstandes, von demselben Standpunkte aus aufgenommen. War z. B. der Thurm in dem Bilde der einfachen Linse = 10 Linien, in dem Bilde des neuen Objectivs = 20 Linien, so ist die Brennweite der letzteren doppelt so grofs, als die der einfachen Linse.

Zweite Methode.

Man setze das in Bezug auf die Brennweite zu untersuchende Objectiv in eine Camera mit langem Auszug ein, schneide aus schwarzem Papier einen Streifen von circa 4 Zoll Länge mit parallelen Kanten und halbire ihn der Länge nach, d. h. man schneide ihn mit dem Messer in zwei Hälften. Die eine Hälfte klebe man auf ein weifses Brett oder auf eine weifse Pappe, die andere Hälfte auf die matte Seite der Visirscheibe in der Camera, und zwar beide Mal in senkrechter Richtung. Man stelle nun das Objectiv auf den schwarzen Streifen ein, und nähere die Camera, welche auf einer horizontalen Ebene steht, so lange dem Object oder entferne sie von demselben, bis der Streifen auf der matten Tafel genau dieselbe Länge hat, wie das danebenstehende, scharf eingestellte Bild des andern Streifens. Um die obere Grenze des abgebildeten Streifens leicht in Uebereinstimmung mit der oberen Grenze des auf der matten Tafel befestigten Streifens bringen zu können, hat man nur nöthig, das Brettchen resp. die Pappe an einer Schnur zu befestigen und letztere um einen in die Wand geschlagenen Nagel zu legen. Man kann auf diese Weise die gewünschte Regulirung leicht ausführen und hat dann nur zu sehen, ob auch die unteren Kanten zusammentreffen. Ist dies nicht der Fall, so mufs die Camera wieder verschoben werden etc. Stimmt die Länge überein, so nehme man das Objectiv heraus, ohne die Camera zu verrücken, und messe die Entfernung der matten Tafel bis zum Object. Dieses Mafs dividirt durch 4, ist die aequivalente Brennweite des Objectivs.

Beweis.

p = Brennweite, d = Entfernung des Objects bis zum optischen Mittelpunkt, f = Vereinigungsweite, d. h. Entfernung des optischen Mittelpunktes bis zum Bilde. Es ist dann nach der Formel (s. S. 153)

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a} \qquad p = \frac{df}{d+f}.$$

Ist nun $f = d$, so ist

$$p = \frac{d \cdot d}{d + d} = \frac{d \cdot d}{2d} = \frac{d}{2},$$

$$2d = d + f,$$

$$p = \frac{d + f}{4}.$$

Hat man auf diese Weise die Brennweite eines einfachen Landschafts-Objectivs festgestellt, so kann man nun den oben angegebenen Weg weiter verfolgen. Man stelle das Objectiv auf ein sehr entferntes Object, z. B. auf einen Thurm ein, mache eine Aufnahme, bei welcher das Prüfungs-Object auf die Mitte der Platte fällt und messe die Gröfse des Objects genau im Bilde; und dieses Mafs ist die der Brennweite entsprechende Bildgröfse. Die Brennweite eines anderen Objectivs, gleichviel welcher Construction, findet man dann natürlich aus dem Verhältnifs der Mafse des Prüfungs-Objects im Bilde.

Gut ist es, wenn man auf die schwarzen Streifen noch eine feine Druckschrift klebt, man kann dann ganz bedeutend sicherer einstellen.

Kennt man nun die Brennweite, so kann man mit ziemlicher Sicherheit einen Schlufs auf die Lichtstärke machen.

Man dividirt die Oeffnung durch die Brennweite und erhebt diese Zahl in's Quadrat. So ist z. B. dieser Bruch für

Voigtländer Visit	Auzoux Dreizöller	Busch Portraittriplet	Steinheil
$\frac{68{,}5}{230{,}4}$	$\frac{76}{350{,}5}$	$\frac{64}{390}$	$\frac{43{,}5}{303{,}06}$

oder in einfachen Zahlen ausgedrückt:

$$\frac{1}{3\frac{4}{11}} \qquad \frac{1}{4\frac{4}{7}} \qquad \frac{1}{6} \qquad \frac{1}{7}.$$

Diese Zahlen ins Quadrat erhoben, erhält man:

$$\frac{1}{11{,}3} \qquad \frac{1}{21} \qquad \frac{1}{36} \qquad \frac{1}{49}.$$

In demselben Verhältnifs werden theoretisch die Lichtstärken der einzelnen Objective zu einander stehen. Die Praxis erweist freilich manche Abweichungen von dieser Theorie, der mehr oder weniger feine Schliff und die Farbe und Form des Glases spielen hier eine grofse Rolle. Verfasser besafs 2 Dallmeyer-Stereoskoplinsen von genau gleicher Oeffnung und Brennweite, von denen die eine auffallend lichtschwächer war, als die andere. So lange man aber noch kein genaues Mittel zur Bestimmung der Lichtstärke besitzt, wird die angeführte Rechnung wenigstens einen annähernden Anhaltspunkt zur Bestimmung dieses wichtigen Factors geben.

Eben so wichtig, wie zur Beurtheilung der Lichtstärke ist die Brennweite zur Beurtheilung des Gesichtsfeldes einer Linse. Um dieses zu bestimmen, schraube man die Linse an eine möglichst

grofse Camera, so dafs man auf der matten Scheibe den Lichtkreis deutlich sieht.

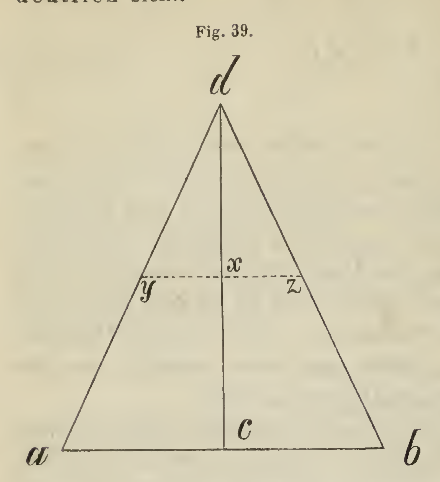


Fig. 39.

Man messe den Durchmesser desselben genau und trage denselben auf ein Stück Papier (siehe beistehende Figur *a b*). In der Mitte errichte man eine Senkrechte *d c*, mache dieselbe gleich der Brennweite und construire dann das Dreieck *a d b*. Der Winkel bei *d* ist das Gesichtsfeld der Linse. Dieser kann mit dem Transporteur gemessen werden.

Besitzer trigonometrischer Tabellen haben diese Construction nicht nöthig, sondern können aus dem Lichtkreishalbmesser und der Brennweite den Winkel durch Rechnung bestimmen. Die Tangente des halben Gesichtsfeldwinkels ist gleich dem Radius des Lichtkreises, getheilt durch die Brennweite.

Macht man nun eine Aufnahme, in welcher der ganze Lichtkreis sichtbar ist, so findet man alsbald, dafs nur der mittlere Theil desselben scharf und brauchbar ist und dafs sich die Schärfe mit der Kleinheit der Blende immer weiter nach dem Rande hin ausdehnt. Wie weit die Schärfe nun für die Praxis brauchbar ist, hängt sehr von der individuellen Ansicht ab. Manche Photographen sind in dieser Hinsicht unglaublich penibel, manche sind mit mäfsigen Anforderungen zufriedengestellt.

Auch die Natur des Gegenstandes (ob Portrait oder Landschaft, oder Reproduction) spielt hier eine grofse Rolle. Will man nun bestimmen, wie grofs das wirklich brauchbare Bildfeld einer Linse sei, so suche man von der Mitte des Gesichtsfeldes nach dem Rande hin die äufsersten Punkte, für welche die Schärfe noch hinreichend ist, und messe mit dem Zollstocke den Durchmesser dieser hinreichend scharfen Bildtheile.

Führt man damit dieselbe Construction wie oben aus, so erhält man den brauchbaren Bildwinkel.

Einschieben von Blenden hat natürlich auf Ausdehnung desselben grofsen Einflufs und mufs daher die Blendenöffnung bei Vergleichung zweier Objective in Rücksicht gezogen werden. Es ist jedoch falsch, hier blos den Durchmesser der Blende zu messen. Man mufs, um einen richtigen Mafsstab zu erhalten, die Blendengröfse durch die Brennweite des betreffenden Objectivs dividiren.

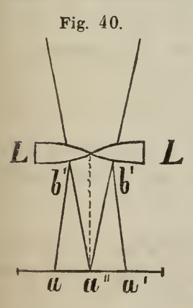
Die Bildgröfse gilt natürlich nur für den Fall, dafs die matte Scheibe nahezu im Focus steht. Anders ist dies aber, wenn das Bild vom Brennpunkte fortrückt. Eine Visitenkarten-Linse giebt z. B. im Brennpunkte ein 3 Zoll grofses Bild eines Menschen, umgekehrt würde es von einem 3 Zoll grofsen, im Brennpunkte aufgestellten Objecte ein circa 5 Fufs grofses Bild entwerfen können. Die Bildgröfse ist demnach nur relativ, wenn man sie in Mafsen angiebt; der Bildwinkel bleibt dagegen in allen Fällen derselbe.

Das Stereoskop.

Betrachtet man mit beiden Augen einen nahen Gegenstand, so ist die Ansicht, die jedes der Augen von demselben hat, verschieden. Das linke sieht mehr von der linken, das rechte mehr von der rechten Seite des Körpers. Beide Ansichten combiniren sich und geben körperlichen Eindruck.

Weathstone versuchte nun 1838 einen ähnlichen Effect zu erzielen durch Betrachtung zweier neben einander gelegten Bilder eines Körpers, von denen das eine der Ansicht mit dem rechten, und das andere der Ansicht mit dem linken Auge entsprach, und sein Versuch glückte. Er sah die ebenen Figuren körperlich. Die von ihm benutzten Figuren wurden mit der Hand gezeichnet und bestanden aus einfachen Linien und Kreisen, welche sich leicht entwerfen liefsen. Schwieriger wurde aber die Aufgabe von Construction solcher Bilder complicirter Gegenstände, wie Personen, Landschaften. Diese wurden erst möglich durch die Photographie. Gleichzeitig brachte man auch ein handliches Instrument zur Betrachtung solcher Bilder in Anwendung, das von Brewster erfundene Stereoskop, welches jetzt Eigenthum eines jeden Salons geworden ist. Stereoskopen- und Visitenkartenbilder wetteifern darum, sich den Rang streitig zu machen, und beide Artikel sind ein Sporn für den Photographen geworden, das möglichst Vollkommenste für einen möglichst billigen Preis zu leisten.

Fig. 40.



Das Brewster'sche Stereoskop besteht aus zwei prismatisch erscheinenden Gläsern LL, welche, mit ihren Grundflächen zusammengesetzt, eine Sammellinse bilden würden. Beide Gläser fafst man so in ein ausgeschnittenes Brett, dafs sich die scharfen Kanten der Gläser gegenüberstehen und beide ungefähr der Stellung der Augen entsprechen. Sieht man alsdann ein Stereoskopenbild durch diese Gläser an, indem man beide dicht vors Auge hält und das Bild in die Entfernung bringt, innerhalb welcher es deutlich erscheint, so decken sich die getrennt erscheinenden Bilder und machen jetzt einen vollständig körperlichen Eindruck.

Die Deckung ist daraus zu erklären, dafs die Linsen analog Prismen wirken, d. h. die Sehlinsen nach der Richtung der brechenden Kanten hin ablenken.

Sind a und a' zwei entsprechende Punkte im Stereoskopenbild, L und L' die Linsen (Fig. 40), so werden die Strahlen ab und ab' so abgelenkt, als kämen sie von einem einzigen Punkte a'' *).

Falls diese Erscheinung normal vor sich gehen soll, mufs man dafür sorgen, dafs die Stereoskopenbilder in richtiger Entfernung von einander aufgeklebt sind. Ein Versuch giebt leicht die nöthigen Anhaltspunkte. Da die Stereoskopengläser Linsen sind, so wirken sie gleichzeitig als Loupen, d. h. sie vergröfsern**). Diese Vergröfserung ist gleich der Summe aus der Weite des deutlichen Sehens (8″) und der Brennweite, getheilt durch die Brennweite. Da die Gegenstände durch die Linse in die Weite des deutlichen Sehens gerückt werden und diese bei verschiedenen Personen verschieden ist, so folgt, dafs auch die Entfernung des Bildes von den Gläsern je nach der Individualität des Beschauers verschieden gewählt werden mufs.

Man hat daher Stereoskopen mit verstellbaren Gläsern.

Gewöhnlich liegt das Bild nicht weit vom Brennpunkt der Linse, welche zur Betrachtung dient. Wichtig ist hier noch, dafs die Brennweite der Linsen, welche zur Aufnahme des Bildes gedient haben, mit der Brennweiten der Linsen, welche zur Betrachtung dienen, möglichst übereinstimmen. Geschieht dies nicht, so entsteht ein falscher stereoskopischer Effect. Daher die übertriebene Perspective von Bildern, die mit Linsen von sehr kurzer Brennweite aufgenommen worden sind, wenn sie mit nur schwach vergröfsernden Stereoskopen betrachtet werden.

Zur Aufnahme von Stereoskopenbildern bedient man sich entweder einer Camera mit zwei Objectiven, deren Entfernung ungefähr der

*) Ebenso leicht erklärt sich die Erscheinung aus der Linsenbrechung für schiefe Strahlenbündel (siehe S. 161).

**) Ist a die Entfernung eines Gegenstandes von der Linse der Brennweite p, α die Entfernung seines Bildes, so ist

$$a = \frac{\alpha p}{\alpha - p}.$$

Ist die Entfernung a kleiner als die Brennweite, so rückt α auf dieselbe Seite mit dem Gegenstand, mufs daher ein entgegengesetztes Zeichen wie a haben, dann wird

$$a = \frac{\alpha p}{\alpha + p}.$$

Denkt man sich nun das Auge unmittelbar am Glase liegend, so mufs, falls der Gegenstand deutlich erscheinen soll, die Entfernung α seines Bildes gleich der Weite des deutlichen Sehens W sein. Demnach haben wir

$$a = \frac{Wp}{W + p}.$$

Die Vergröfserung ist daher $\frac{W}{a} = \frac{W + p}{p}$.

der Augen ($2\frac{1}{2}''$) entspricht, oder man nimmt die Bilder mit einer einfachen Camera nach einander auf, indem man dieselbe erst in die Stellung des rechten, dann in die des linken Auges bringt.

Für sehr entfernte Gegenstände mufs man die Entfernung des Standpunkts der Camera behufs der Aufnahme der beiden Bilder etwas gröfser nehmen, wenn sie hinreichend plastisch erscheinen sollen. Man vergröfsert dieselbe bei Landschaften oft bis zu mehreren Fufs.

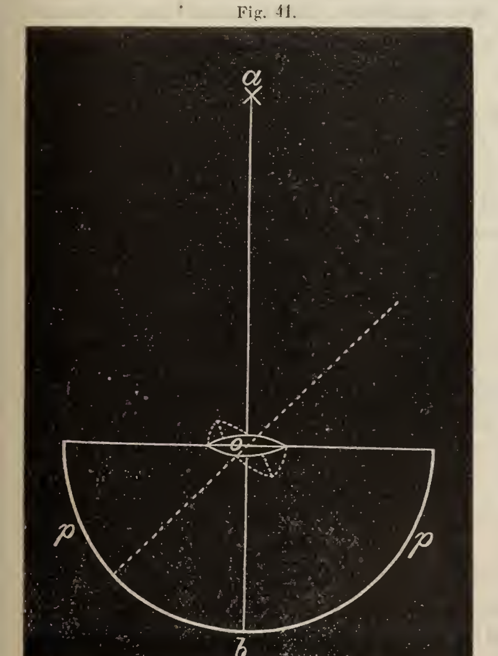
Für nahe Gegenstände hat Distanzübertreibung den Nachtheil, dafs sie übermäfsig plastisch erscheinen und Extremitäten, wie Nase, Hände, fufsweit aus dem Körper herauszuwachsen scheinen.

Der Panoramenapparat und die photographische Geodäsie (Photogrammetrie).

Die bei Weitem meisten photographischen Apparate haben ein nur mäfsiges Gesichtsfeld und gestatten daher nur selten die Aufnahme breiter Ansichten, wie dieselben sich häufig genug in Gebirgen, am Meere etc. vorfinden, z. B. Rigi-Panoramas, Faulhorn-Panoramas. Martens, ein in Paris lebender Kupferstecher, kam deshalb auf die Idee, solche Bilder mit Hülfe einer sich drehenden Camera zu machen, welche nach und nach den ganzen Horizont beschreibt.

Er construirte 1847 eine Camera mit cylindrischer Daguerreotypplatte. Diese stand fest, die Camera mit dem Objectiv drehte sich, letzteres wirkte nur durch eine schmale streifenförmige Blende.

Fig. 41.



Es ist leicht zu beweisen, dafs trotz der Drehung der Linse das Bild eines und desselben Gegenstandes stets auf denselben Punkt der Platte fallen mufs.

Das Bild eines Punktes liegt immer auf der geraden Linie, welche von dem Punkte durch den Mittelpunkt des Objectives gezogen wird.

Ist *a* ein solcher Punkt, *o* der Mittelpunkt des Objectivs, *pp* die cylindrische Platte, so liegt das Bild des Punktes auf der durch die Platte von *o* gezogenen

Linie ab. Wird das Objectiv nun um seinen Mittelpunkt gedreht (wie in der Figur punktirt angedeutet ist), so bleibt das Bild von a nach dem angedeuteten Grundsatze dennoch auf derselben Linie ab (weil a und o unverrückt ihren Stand behalten), wird also wieder auf den Punkt b der Platte fallen, daher werden sich trotz der Bewegung des Objectivs alle Punkte der vorliegenden Gegenstände scharf abbilden.

Natürlich gilt dieser Satz nur, falls die Strahlen keinen zu grofsen Winkel mit der Axe bilden. Man setzt deshalb der Linse gegenüber eine Schlitzblende, deren Oeffnung parallel der Drehaxe ist und welche sich gleichzeitig mit dem Objectiv bewegt.

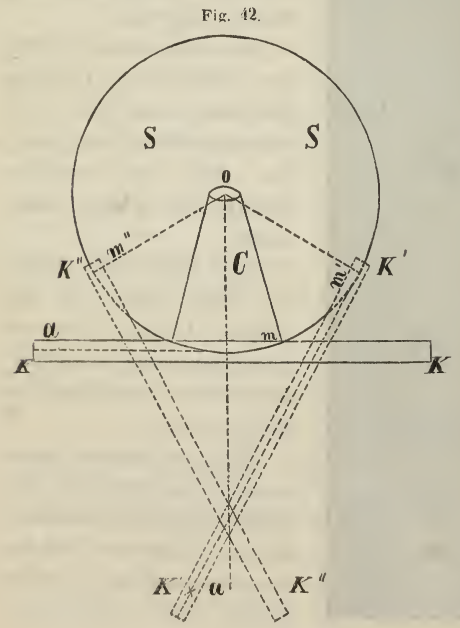
Ein Mangel der Martens'schen Apparate war die cylindrische Platte, deren Präparation im gewöhnlichen Collodionprocefs sehr schwierig ist.

Brandon führte deshalb statt derselben eine ebene Platte ein, welche sich während der Rotation auf der cylindrischen Bildfläche gleichsam abwälzt, der Bewegung des Objectivs folgend.

Der Mechanismus, um diese Bewegung in exacter Weise zu bewirken, ist äufserst verschieden und sind die Meinungen über die praktischste Constructionsweise noch getheilt.

Gewöhnlich stellt man die Camera C mit dem Objectiv o auf eine runde horizontale Metallscheibe SS; die Camera ruht auf Rädchen und dreht sich um eine durch den optischen Mittelpunkt des Objectives gehende Axe.

Fig. 42.



Die Räder werden durch ein Uhrwerk in Umdrehung versetzt. Die Cassette läuft ähnlich wie bei einer Visitenkartencamera verschiebbar in einem Falz. Ein um die Scheibe SS geschlungener Faden, dessen Ende tangential ausläuft und am Ende der Cassette bei a befestigt ist, bewirkt, dafs sie bei der Bewegung des Apparats sich verschiebt und die Stellungen einnimmt, die in beifolgender Figur in drei Phasen (Anfang $K'K'$, Mitte KK, Ende der Bewegung $K''K''$) angedeutet sind.

Die Bilder, die man mit

diesem Apparat erhält, sind offenbar Projectionen auf einem abgewickelten Cylindermantel. Die senkrechten Linien geben sich auf demselben senkrecht wieder, die horizontalen dagegen prägen sich, wenn sie nicht mit dem Horizont des Apparats zusammenfallen, als Curven aus.

Nimmt man daher mit diesem Apparat ein Haus oder eine Strafsenfront auf, so wird der Sims oder die First sich als eine nach oben, der Sockel sich als eine nach unten gewölbte krumme Linie abbilden, die um so unangenehmer wirkt, je länger sie ist, und je weiter sie vom Horizont abliegt. Für Architekturbilder ist daher solch ein Apparat nur innerhalb sehr beschränkter Fälle brauchbar. Für solche Zwecke ist eine Weitwinkellinse entschieden vorzuziehen.

Nun müssen wir aber auf einige Eigenschaften der Panoramenbilder aufmerksam machen, welche von unberechenbarer Wichtigkeit für das Ingenieurwesen, speciell für die Geodäsie und mathematische Geographie sind und früher oder später eine hochwichtige Anwendung der Photographie in den Triangulations- und Vermessungsmethoden veranlassen dürften.

Da die Bilder Projectionen auf einem Cylindermantel sind, so ist es offenbar, dafs die Abstände der horizontal neben einander liegenden Gegenstände auf dem Bilde sich genau ebenso verhalten, wie die Winkelabstände der Gegenstände in der Natur.

Man kann demnach mit Hülfe eines Mafsstabes, wenn man die Gröfse eines Grades kennt, aus einem Panoramenbilde ebenso gut die Winkeldistanzen bestimmen, wie durch directe Messung in der Natur mit Hülfe eines Theodolithen oder einer Boussole.

Behufs der Aufnahme einer Gegend mit Hülfe dieses Instrumentes und Entwerfung eines Planes oder einer Landkarte, bedarf man zunächst einer geraden Linie, der Standlinie, deren Länge genau zu messen ist. Die Boussole wird nach einander in den beiden Enden dieser Linie aufgestellt und die Winkel gemessen, welche die Gesichtslinien der verschiedenen Gegenstände, deren Entfernung man bestimmen will, mit der Standlinse machen.

Ganz analog würde man auch mit dem Panoramenapparat zu verfahren haben. Statt aber mühsam die einzelnen Häuser, Bäume und Pfähle abzuvisiren, macht man einfach zwei Aufnahmen von den beiden Endpunkten der Standlinie.

Man sorgt für genaueste Horizontalstellung des Apparates und richtet ihn bei der Aufnahme so, dafs auf den beiden Bildern das durch eine Fahne bezeichnete andere Ende der Standlinie sichtbar ist.

Man erhält so zwei Bilder, mit deren Hülfe man die Lage aller Gegenstände, die überhaupt im Bilde sichtbar sind, jedes Strauches, jedes Hauses, jedes Pfahles, wenn es sein mufs, auf das Exacteste bestimmen kann.

Wollte man dies mit den gewöhnlichen Meſsinstrumenten ausführen, man würde Tage lang an einem Punkte der Standlinie mit Messungen zubringen müssen, und dennoch nicht diese Details erreichen.

Die Art der Bestimmung der Winkelabstände aus dem Panoramenbilde ist nun sehr einfach.

Man kennt den Radius des Drehungskreises des Apparates. Die Länge des Kreisumfangs ist dann $2r\pi$, die Gröſse eines Grades auf dem Bilde $\frac{r\pi}{180}$.

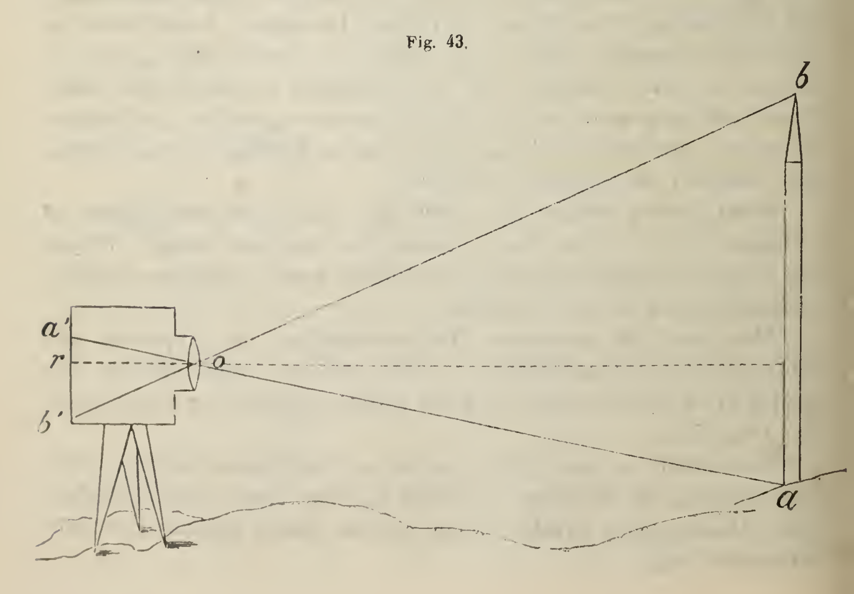
Braun's Panoramenbilder haben bei 120° eine Länge von 18″, demnach hat der Grad die Länge von $1\frac{1}{2}$ Linien. Es wäre ein Leichtes, daraus noch Minuten und Bruchtheile von Minuten mit Hülfe eines Nonius zu bestimmen.

Diese Messungen müſsten der Genauigkeit halber am Negativ ausgeführt werden, da Abdrücke davon auf Papier sich immer etwas zusammenziehen, also in ihrer Länge variabel sind.

Um diesen Fehler zu umgehen, thut man, wie oben gerathen wurde, gut, vor der Aufnahme zwei Punkte abzustecken, welche genau einen rechten Winkel mit der Standlinie bilden. Diese Punkte bilden sich dann mit ab und geben die Basis für die weitere Eintheilung der Bilder. Man theilt das durch sie eingeschlossene Bildfeld in 90 Theile und hat so die Länge eines Grades.

Ebenso gut aber, wie die Lage der Gegenstände auf einem Bilde, läſst sich auch die Höhe der Gebäude, Bäume, Thürme aus demselben bestimmen.

Fig. 43.



Behufs dieser Bestimmung mufs man kennen: 1) die Entfernung der zu messenden Gegenstände vom Standorte, diese läfst sich nach der oben angegebenen Weise aus zwei Panoramenbildern entnehmen, 2) den Sehwinkel der betreffenden Gegenstände, 3) den Horizont.

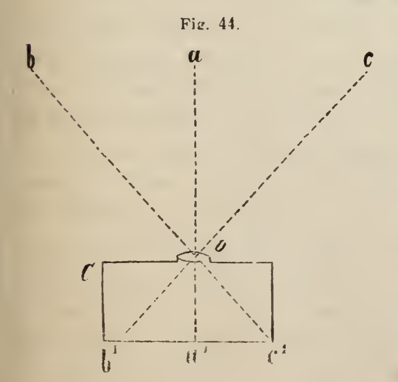
Ist ab (Fig. 43) ein Thurm, ao und bo Lichtstrahlen vom obern und untern Ende desselben nach dem Mittelpunkte des Objectivs gezogen, so ist der Winkel bei o der Sehwinkel; das Bild des Thurmes auf der Platte $a'b'$ erscheint vom Objectiv aus unter demselben Winkel $b'oa'$. Der Horizontale ro theilt diesen Winkel in 2 Theile, deren Tangenten $\frac{a'r}{or}$ und $\frac{b'r}{or}$ sind, or ist aber gleich der Brennweite des Objectivs.

Die Höhe vom Horizont des Beobachters aus ist dann, wenn die Entfernung E ist $= E\frac{a'r}{or}$ und die ganze Höhe vom Fufse des Gegenstandes aus $E \cdot \frac{a'b'}{or}$.

Hier ist nun von Wichtigkeit, den Horizont des Bildes, der durch die optische Axe des Objectivs geschnitten wird, genau zu bestimmen. Es kann dies geschehen mit Hülfe zweier Zeichen, die vorher genau mit Hülfe eines Nivellirinstrumentes in einer Horizontalebene mit dem optischen Mittelpunkt des Objectivs aufgestellt werden und sich nachher auf dem Bilde mit abbilden. Dazu können die beiden Stangen angewendet werden, welche zur Absteckung des rechten Winkels (siehe oben) dienten.

Wie die Höhe des Gegenstandes aus der Tangente des Höhenwinkels abgeleitet werden kann, kann auch der horizontale Abstand aus der Tangente bestimmt werden.

Hierzu kann jedes mit einer correct zeichnenden photographischen Linse und einem gewöhnlichen feststehenden Apparat aufgenommene Bild dienen.



Sind cb zwei einer Camera gegenüberliegende Punkte, $b'c'$ ihre Bilder, a' der Augenpunkt, d. h. der Durchschnittspunkt der Objectivaxe mit der Platte, oa' die Brennweite, so sind $\frac{a'c'}{oa}$ und $\frac{b'a'}{oa}$ die Tangenten der Azimuthwinkel aob und aoc.

Klebt man solch ein photographisches Bild (Fig. 45) auf ein Zeichenbrett und projicirt die Punkte $b'c'$ auf die Horizontale, macht

ferner *ao* gleich der Brennweite, so kann man den Azimuthwinkel *aob* und *aoc* constructiv bestimmen.

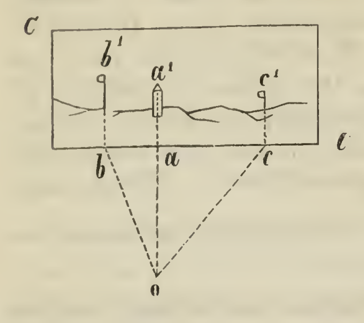


Fig. 45.

Nothwendig ist hierbei die genaue Fixirung des Augenpunktes *a*, und des Horizontes. Meydenbauer, der dieses Mefsverfahren zu einem hohen Grade der Vollkommenheit ausgebildet hat, erreicht dieses mit Hülfe eines in der Camera vor der Platte ausgespannten Fadenkreuzes, welches sich auf der empfindlichen Schicht mit abbildet. Als Objectiv benutzt er Busch's Pantoskop.

Anhang.

Am Schlufs der Theorie der Photographie publiciren wir hiermit die wichtigsten der neueren Arbeiten aus dem Gebiete der Photochemie und photographischen Optik, welche während des Drucks dieses Werkes erschienen sind.

1) Photochemie.

Ueber die Umwandlung photographisch erzeugter metallischer Silberbilder in andere Metalle und Verbindungen (s. S. 40) schreibt W. Grüne Folgendes:

Das Silberbild liegt eigenthümlicherweise nicht in der Collodionschicht, sondern auf derselben, es läfst sich mittelst des Fingers und Oel fortreiben, ohne dafs die Collodionschicht im Geringsten verletzt wird. Man kann das Bild umgekehrt auf beliebige Stoffe, wie Holz, Elfenbein, Perlmutter u. a. übertragen, und die Collodionhaut durch Behandeln mit Aether entfernen; das aus feinem Pulver bestehende Bild bleibt zurück. Es ist dies Verfahren interessant bei der Herstellung von Holzschnitten; das schwierige und oft die Originalzeichnung entstellende Aufzeichnen auf den Holzstock wird dadurch erspart, ohne dafs die Oberfläche desselben besonders behandelt werden mufs und ohne beim Schneiden selbst irgend welche Hindernisse zu veranlassen.

Platinchlorid verwandelt das graue Collodion-Silberbild in ein tiefschwarzes Bild von Platinschwarz; überträgt man dasselbe auf Glas und Porzellan, überzieht es mit einem bleihaltigen Flufsmittel und erhitzt den Gegenstand, so brennt sich das Bild schwarz ein. Auf diese Weise stellt Grüne die Portraits und Bilder auf Porzellan und Email seit Jahren her. Mit einem reducirenden Flufsmittel eingeschmolzen, erhält man die Bilder und Zeichnungen mit der eigenthümlichen Metallfarbe des Platins (s. o. S. 40).

Goldchlorid giebt Bilder in brauner Färbung von Gold (in der Durchsicht grün), welche auf Glas und Porzellan übertragen, mit einem reducirenden Flufsmittel eingebrannte, polirbare, goldglänzende Zeichnungen liefern; darauf basirt das Grüne'sche photographisch-chemische Decorationsverfahren auf Porzellan und Glas. Die damit

erzielten Effecte lassen bei Erreichung der wunderbarsten Feinheit die Anwendung von Zeichnungen mit Halbtönen nicht zu, da das Gold in der Aufsicht auch bei der gröfsten Verdünnung seine Färbung beibehält, selbst wenn es in der Durchsicht kaum noch sichtbar ist.

Durch die Leichtigkeit, mittelst der photographischen Operationen beliebig dicke und dünne Silberschichten zu schaffen, diese dann in Gold umzuwandeln, ist es möglich, Gold in einer Verdünnung und Ausdehnung als Metall niederzuschlagen, wie es auf keine andere Weise erzielt werden kann, und die verschiedenen Farben dieses Metalles beim durchfallenden Licht zu beobachten und studiren.

Mehr interessant als für die Praxis wichtig sind:

Iridiumchlorid, durch welches schwarzgraue Bilder auch beim Einbrennen erzielt werden.

Palladiumchlorid liefert schwarzgraue Bilder, welche eigenthümlicherweise auf Porzellan eingebrannt und dann mit Polirsteinen, wie in der Regel Gold und Silber, behandelt, eine braune metallglänzende Farbe zeigen.

Quecksilberchlorid verwandelt das Silberbild in ein weifses, aus Quecksilberchlorür und Chlorsilber bestehendes. Bei photographischen Papierbildern durchgeführt, giebt es die sogenannten Zauberphotographieen. Ein solches weifses Bild auf eine blanke Zink-, Kupfer- oder Stahlplatte gebracht, zersetzt sich durch die Berührung beim Trocknen und hinterläfst nach der Entfernung die ganz genaue Zeichnung fest auf diese zurück, wodurch für Kupferstecher und Graveure das Aufzeichnen erspart werden kann.

Das weifse Bild wandelt sich im unterschwefligsauren Natronbade unter Lösung des Chlorsilbers in

Schwefelquecksilber von schwarzer Farbe um. Dasselbe benutzt Grüne zur Erzielung sehr hübscher Effecte auf Gläsern. Bringt man eine solche Haut mit Schwefelquecksilberbild in Wasser, in welchem ganz feinzertheilte Glasflüsse suspendirt sind, so saugen die Bildstellen diese an, während die bildlose Collodionhaut indifferent bleibt. Bringt man nun ein solches Bild auf Glas in hohe Temperatur, so verflüchtigt sich das Schwefelquecksilber und es bleibt ein die gewöhnliche Oberfläche des Glases änderndes fest geschmolzenes Glas zurück, die Zeichnung genau zeigend ohne Färbung, matt auf glänzendem Grund.

Behandelt man ein weifses Quecksilberchlorürbild mit Jodsalzen, so färbt es sich unter Bildung von Jodquecksilber gelb; es ist dies für den praktischen Photographen von Werth, um schwache lichtdurchlassende Negative dem Licht widerstehender zu machen, wozu ihm die gelbe Farbe und Dicke der entstehenden Schicht nutzt. Dergleichen gelbe Negative sind für Arbeiten im directen Sonnenlicht

besser als die gewöhnlichen, da sie sich und die darunter befindlichen Schichten nicht so erhitzen, was für heliographische Zwecke von Werth ist.

Kupferchlorid giebt einen Niederschlag von Kupferchlorür, welcher bei weiterer Behandlung mit Schwefelcyanammonium und Ferridcyankalium eine rothe Färbung annimmt, die beim Einschmelzen auf Fayence und Email eine eigenthümlich fleischfarbige Nüance giebt.

Eine weitere Reihe von Niederschlägen, welche für die Anwendung der Photographie zum Einbrennen auf Porzellan und Glas von grofser Wichtigkeit sind, indem sie bei Anwendung verschiedener Flufsmittel die Hervorbringung sehr verschiedener Farben und Nüancen möglich machen, sind die nachstehenden; Grüne nimmt an, dafs nicht rein chemische Wirkungen dieselben erzeugen, sondern dafs die physikalischen Eigenschaften feinzertheilter Metalle dabei eine Rolle mitspielen.

Zuvörderst der rothbraune Niederschlag, den man nach Selle auf einem Silberbild durch Behandlung mit einer Mischung von salpetersaurer Uranlösung und Ferridcyankaliumlösung erhält.*)

Ein in Platinschwarz umgewandeltes Bild giebt, mit denselben Chemicalien behandelt, wie Grüne gefunden, ein sehr angenehm braunes Bild, welches vielfach zur Anfertigung der transparenten Photographieen auf Milchglas benutzt wird.

Eine Mischung von Eisenchlorid und Ferridcyankalium ist bekanntlich eine klare braune Lösung; ein Platinbild hineingebracht, bewirkt sofort ein ganz proportionelles Niederschlagen von Berlinerblau auf den Bildstellen, — ein Silberbild thut dies nicht.

Mit caustischen Alkalien behandelt, zersetzt sich das Bild von Berlinerblau; es bleibt Platin und Eisenoxyd zurück.

Ein Silberbild in übermangansaure Natronlösung gebracht, färbt sich sofort gelblich braun, ein Platinbild braun unter Bildung von Manganoxyd auf den Bildern.

Wie schon oben angegeben, kann die letzte Reihe von Niederschlägen keine rein chemische sein, weil bei denselben eine Grenze des Niederschlagens nicht vorhanden ist, dieselben vielmehr durch Dauer der Einwirkung beliebig stark gemacht werden können; es gewährt dies für die Praxis den Vortheil, jede gewünschte Stufe der Zersetzung innehalten zu können und die Farbentöne, die man für das Einbrennen auf Porzellan wünscht, in der Gewalt zu haben.

In neuerer Zeit hat sich die gröfste Aufmerksamkeit dem Chlorsilber zugewandt, weil es mittelst desselben möglich ist, photographisch

---

*) Diese dürfte wohl Uraneisencyanür sein und durch Reduction des in der Mischung von Uransalz und Ferridcyankalium sich befindenden Uraneisencyanids gebildet werden, indem das Cyan an das Silber tritt.

die natürlichen Farben wiederzugeben. Es gilt dies namentlich vom violetten Chlorsilber, welches man als eine niedere Chlorstufe dem weifsen Chlorsilber gegenüber annimmt. Die Herstellung der lichtempfänglichen farbengebenden Fläche von Chlorsilber auf Silberplatten oder Papier gestattet genaue Beobachtungen über den Vorgang der Farbenbildung schwer, weil die wirkende Schicht immer an eine nicht indifferente Unterlage gebunden ist. Nach Grüne's Umwandlungsverfahren erhält man sehr leicht farbengebende Chlorsilberschichten, die aus weiter nichts als Chlorsilber bestehen, auf Collodion oder auf Glas. Wie oben zuerst zur Herstellung metallischer Silberbilder angegeben, erzeugt man durch allgemeine Belichtung eine ganz gleichmäfsige Fläche von feinzertheiltem Silber auf der Glasplatte; man wandelt nun entweder dieses direct in Chlorsilber um, es dabei auf der Collodionschicht lassend, oder man entfernt durch Glühen zuvörderst das Collodion und behandelt das auf dem Glase jetzt direct befindliche Silber mit einer Mischung von verdünnter übermangansaurer Natronlösung mit Salzsäure.

2) Photographische Optik.

Ueber die chemische Lichtintensität zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten der Erde.

Roscoe veranlafste, dafs auf dem Observatorium zu Kew in England, wo täglich drei Temperaturbestimmungen gemacht werden, auch die chemische Intensität des Lichtes täglich gemessen wurde, und theilt die Resultate der vom 1. April 1865 bis Ende März 1867 fortgesetzten Beobachtungen im Novemberhefte von Poggendorff's Annalen ausführlich mit.

Die Bestimmungen wurden täglich dreimal ausgeführt, und zwar um 9 Uhr 30 Minuten, um 2 Uhr 30 Minuten und um 4 Uhr 30 M. und haben als erstes wichtiges Resultat ergeben, dafs die chemische Intensität bei wolkenlosem Himmel bis Mittag gleichmäfsig wächst und von Mittag in demselben Mafse abnimmt. Die gröfste Stärke erreicht die chemische Kraft genau um 12 Uhr, wenn die Sonne am höchsten steht, während bekanntlich die höchste Temperatur erst gegen 2 Uhr beobachtet wird. Zwei Tageszeiten, welche von der Mittagszeit gleichweit abliegen, z. B. 11 Uhr und 1 Uhr, 10 Uhr und 2 Uhr etc., zeigen ganz genau dieselbe chemische Intensität. 552 Beobachtungen in Kew, verglichen mit den früher schon in Heidelberg ausgeführten Messungen und den Ergebnissen aus Parà in Brasilien, auf die wir noch zurückkommen, bestätigen diese Abhängigkeit der chemischen Intensität zu bestimmten Tageszeiten von dem Stande der Sonne in so übereinstimmender Weise, dafs man eine mathematische Formel dafür aufstellen, und hieraus die Werthe der chemischen In-

tensität berechnen kann. Die Werthe, die durch die Rechnung sich ergeben, stimmen mit den durch directe Beobachtung gefundenen ganz gut überein. Das Gesetz dieser Abhängigkeit der chemischen Intensität vom Stande der Sonne ist sonach vollständig sicher erwiesen; wo Abweichungen von demselben beobachtet werden, da müssen störende Einflüsse vorhanden sein, deren Ergründung immer tiefer in das Verständnifs der Erscheinungen führt (s. S. 133).

Die auffallendste Abweichung von diesem Gesetze, welches die Tagesschwankungen ergeben, zeigt eine Vergleichung der mittleren chemischen Intensität der einzelnen Monate.

Im Laufe des Jahres wechselt bekanntlich die Gröfse des Bogens, welchen die Sonne scheinbar am Himmel zurücklegt, fortwährend. Vom 21. December, dem Wintersolstitium, bis zum 21. Juni, dem Sommersolstitium, wird dieser Bogen immer gröfser, um dann von da bis zum Beginn des Winters wieder abzunehmen. In den Monaten, welche von diesen Extremen gleichweit entfernt sind, z. B. im März und September, im April und August, ist daher die Höhe des Sonnenstandes über dem Horizont durchschnittlich dieselbe. Gleichwohl haben die Beobachtungen in Kew ergeben, dafs die chemische Intensität der Sonne nicht dieselbe ist. Auf je 100 chemische Strahlen des März und April kommen 167 im August und September. Es müssen sonach Umstände vorhanden sein, welche in den Frühlingsmonaten die chemische Intensität schwächen, und Roscoe vermuthet, dafs dieser Unterschied mit der verschiedenen Durchsichtigkeit der Luft im Frühling und Herbst zusammenhänge. Wie durch die feuchtere Luft des Septembers die Lichtstrahlen mit gröfserer Klarheit und Schärfe dringen — eine jedem Touristen bekannte Erfahrung — so sollen auch die chemischen Strahlen in den Herbstmonaten weniger geschwächt zur Erde gelangen, als im Frühling. Wissenschaftlich begründete Thatsachen liegen jedoch zur Erklärung dieser Unterschiede nicht vor.

Von nicht minder grofsem Interesse sind die Thatsachen, welche über die chemische Intensität der Tropen auf Veranlassung von Roscoe ermittelt worden.

Bisher beschränkte sich unsere Kenntnifs von der chemischen Intensität in den Tropen nur auf unzuverlässige und oberflächliche Angaben von Photographen. Nach denselben wird es um so schwieriger, gute Photographieen zu erhalten, je mehr man sich dem Aequator nähert, und um denselben Effect auf photographischen Platten zu erhalten, braucht man längere Zeit unter dem Glanz der tropischen Sonne, als in der nebligen Atmosphäre Londons. Ferner wird angegeben, dafs in Mexico bei sehr intensivem Licht 20 bis 30 Minuten erforderlich sind, um photographische Schwärzungen zu erhalten, zu welchen in England nur 1 Minute erforderlich ist. Verschiedene Reisende, welche die Alterthümer von Yucatan aufnahmen, gaben den

Gebrauch der photographischen Camera auf und griffen zum Bleistift und Skizzenbuch. Ebenso hat Dr. Draper beobachtet, dafs ähnliche Unterschiede zwischen dem Lichte von New-York und Virginien stattfinden. Man nahm deshalb an, dafs die leuchtenden und wärmenden Strahlen einen besonderen störenden Einflufs auf die chemischen ausüben.

Es war nun von gröfster Wichtigkeit, die Intensität der chemischen Strahlen in den Tropen direct zu messen, um die Gültigkeit der erwähnten Angaben zu prüfen. Hr. Thorpe, Assistent von Roscoe, hat in Folge dessen mit grofser Sorgfalt eine Reihe von Bestimmungen in Parà im nördlichen Brasilien unter 48° 30′ westlicher Länge und 1° 28′ südlicher Breite ausgeführt. Seine Messungen fallen in die Zeit vom 4. bis 26. April 1866.

Da beim Beginn der Versuche die Regenzeit schon begonnen, so waren die Veränderungen in der chemischen Intensität sehr oft von einer Minute zur andern sehr plötzlich und merkwürdig, so dafs eine sehr grofse Zahl Beobachtungen an jedem Tage gemacht werden mufsten. Regelmäfsig am Nachmittag und manchmal auch zu andern Tagesstunden überzieht sich der Himmel mit schwarzen Gewitterwolken, welche, während sie den Regen in Form eines Wolkenbruches herabsenden, die chemische Intensität der Sonne beinahe auf 0 verringern. Das Gewitter verzieht sich rasch, und die chemische Intensität erhebt sich wieder zu ihrem normalen Werthe. Es folgen hieraus Schwankungen, welche in unseren Breiten völlig unbekannt sind.

Die mittlere chemische Intensität an den einzelnen Tagen des April zeigt in Parà ganz andere Werthe als in Kew, wie nachstehende Zahlen beweisen:

1866 April	6.	7.	9.	11.	20.	24.	26.
Kew . . .	28,6	7,7	5,9	25,4	38,9	83,6	39,1
Parà . . .	242,0	301,0	326,4	233,2	385,0	362,7	261,1.

Die chemische Wirkung des gesammten Tageslichtes ist hiernach im April 1866 zu Parà 6,58 mal gröfser gewesen als in Kew. Die angeführten mifslungenen Versuche der Photographen können also keinesfalls einer geringeren chemischen Intensität der Sonne zugeschrieben werden. Es müssen vielmehr hier andere störende Einflüsse obgewaltet haben, deren Ermittelung Aufgabe weiterer Forschungen ist.

Der Gang der täglichen chemischen Intensität zeigte bei klarem Himmel auch hier, in der Nähe des Aequators, denselben regelmäfsigen Gang, wie bei den europäischen Messungen, und bestätigte das angeführte Gesetz der Abhängigkeit der chemischen Intensität vom Stande der Sonne auf's Glänzendste.

Die bisherigen wichtigen Ergebnisse, welche wir hier vorgeführt, berechtigen zu der Hoffnung, dafs mehr ausgedehnte Bestimmungen der chemischen Intensität unsere Kenntnisse der meteorologischen und klimatischen Verhältnisse bedeutend erweitern und vervollkommnen werden.

Ueber ein neues chemisches Photometer von Dr. Vogel.

Bunsen's Pendel-Photometer (s. Seite 144) ist zu meteorologischen Observationen ganz vortrefflich brauchbar, weniger jedoch zu photographischen Arbeiten, welche, wie der Papierpositivprocefs, eine längere Belichtungszeit in Anspruch nehmen, innerhalb welcher die chemische Lichtstärke sich oft wesentlich ändert, so dafs die anfänglich gemachte Messung derselben nicht für die Bestimmung der Belichtungsdauer mafsgebend ist.

Aufserdem ist die leichte Veränderlichkeit des gesilberten Papiers (dasselbe mufs alle 24 Stunden frisch bereitet werden) ein Uebelstand.

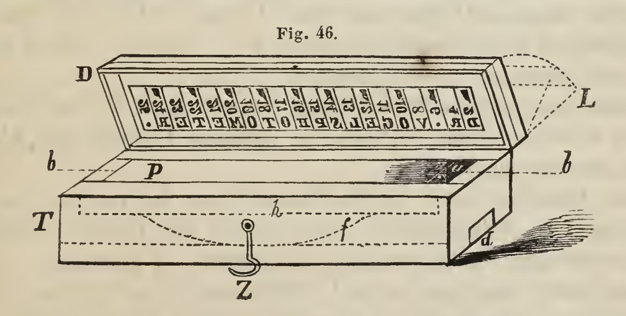
Diese Umstände veranlafsten den Verfasser zur Construction eines anderen Photometers, welches zunächst für photographische Zwecke bestimmt ist, jedoch auch zu wissenschaftlichen Beobachtungen geeignet sein dürfte.

Dieses Instrument besteht im Wesentlichen 1) aus einer halbdurchsichtigen Papier-Skala, deren Durchsichtigkeit von einem Ende nach dem andern hin gradweise abnimmt, und 2) aus einem lichtempfindlichen, Wochen lang haltbaren Chromatpapier, welches unter dieser Skala in ähnlicher Weise dem Lichte exponirt wird, wie ein Stück Silberpapier unter einem Negativ.

Das Chromatpapier wird durch Eintauchen von photographischem Rohpapier in eine Lösung von 1 Theil rothem chromsauren Kali in 30 Theilen Wasser und nachfolgendes Trocknen hergestellt.

Das trockene Papier wird in Streifen zerschnitten und damit das Photometerkästchen *T* angefüllt. Eine Feder *f* drückt die Streifen, wenn der Deckel *D* geschlossen ist, gegen die transparente Skala, welche an dem mittelst Haken *Z* zu schliefsenden Glasdeckel *D* sitzt.

Fig. 46.



Bei der Exposition scheint das Licht durch die halb durchsichtige Skala hindurch und bräunt den darunterliegenden Streifen. Diese Färbung schreitet von dem dünnen nach dem dicken Ende der Skala hin fort und um so rascher, je stärker das Licht ist. Um nun zu erkennen, wie weit die Lichtwirkung nach dem dicken Ende fort-

geschritten ist, sind auf die Skala schwarze Zahlen und Zeichen aufgedruckt, diese lassen das Licht nicht durch und werden daher, wenn das Chromatpapier ringsum afficirt ist, weifs auf braunem Grunde sichtbar.

Oeffnet man daher das Photometer bei Lampenlicht und beobachtet den Chrompapierstreifen, so erkennt man die Stelle, bis zu welcher die Lichtwirkung fortgeschritten ist, an der daselbst erschienenen Zahl.

Das Instrument ist zunächst von Wichtigkeit für Herstellung der sogenannten Pigmentbilder oder Kohlebilder. Diese werden erzeugt, indem man einen schwarzen Bogen, der mit einer lichtempfindlichen Mischung von Leim, Bichromat und Farbe überzogen ist, unter einem photographischen Negativ dem Lichte exponirt.

Das Bild erscheint auf diesem Bogen nicht direct, sondern erst nach dem Eintauchen in heifses Wasser. Ist die Belichtungszeit nun nicht richtig getroffen, so ist das Bild entweder zu flau oder zu intensiv, und dieser Fall tritt mit Rücksicht auf die aufserordentliche Veränderlichkeit der chemischen Lichtstärke sehr häufig ein. Mit Hülfe des Photometers kann man nun leicht die normale Belichtungsdauer feststellen. Man legt das Instrument gleichzeitig mit dem zu copirenden Negativ an das Licht und deckt das erste Drittel des Negativs, wenn das Instrument beispielsweise 10°, das zweite Drittel, wenn es 12°, das dritte, wenn es 14° zeigt. In dieser Weise sind die einzelnen Theile bis 12, 14, 16° copirt worden. Man entwickelt dann das Bild und sieht nach, welcher Theil die richtige Intensität zeigt. Der bei diesem Theil verwendete „Copirgrad" ist der richtige Copirgrad für das ganze Negativ.

Die Beobachtung des lichtempfindlichen Streifens geschieht bei dem Licht einer hell brennenden Lampe. Um die Augen vor der blendenden Wirkung der Strahlen zu schützen, versieht man die Lampe mit einem schwarzen Schirm.

Behufs einer neuen Beobachtung nimmt man den oberen bereits afficirten Streifen heraus, so dafs der darunter liegende frei wird, und schliefst das Instrument.

Dem Anschein nach ist die Skala dieses Instrumentes eine rein empirische. In Wirklichkeit stehen jedoch die Grade desselben in einem bestimmten mathematischen Verhältnifs zu einander.

Man denke sich eine Anzahl völlig gleicher transparenter Blätter eines absolut homogenen Materials, sei es Glas, Glimmer, Papier etc., über einander geschichtet, so wird offenbar das Licht beim Durchgange durch dieselben, theils durch Reflexion, theils durch Absorption eine Schwächung erleiden, die mit der Zahl der Schichten, welche es durchdrungen hat, zunimmt.

Nimmt man an, die Stärke des Lichts werde beim Durchdringen einer einzigen Schicht auf $\frac{1}{n}$ seiner ursprünglichen Intensität reducirt, so wird die Intensität nach Durchdringung der zweiten Schicht $= \frac{1}{n^2}$, nach Durchdringen der dritten, vierten . . . und x^{ten} Schicht $\frac{1}{n^3}$, $\frac{1}{n^4}$, $\frac{1}{n^x}$ der ursprünglichen sein.

Construirt man demnach ein terrassenförmiges Streifensystem nebenstehender Figur:

Fig. 47.

auf welches Licht von der Intensität = 1 fällt, so wird die Lichtintensität

unter dem ersten Streifen $= \frac{1}{n}$,
- - zweiten - $= \frac{1}{n^2}$,
- - dritten - $= \frac{1}{n^3}$,
- - vierten - $= \frac{1}{n^4}$,
- - x^{ten} - $= \frac{1}{n^x}$ sein.

Die Lichtintensitäten unter diesem terrassenförmigen Streifensystem bilden demnach eine geometrische Reihe, in welcher die Schichtenzahlen die Exponenten sind. Jetzt denke man sich unter diesen Streifen ein Stück lichtempfindliches Papier dem Lichte exponirt, so wird dieses sich offenbar bräunen, unter dem dünnsten Ende der Streifenlage zuerst, und diese Bräunung wird nach dem dicken Ende der Streifenlage hin fortschreiten und um so rascher, je stärker das Licht ist.

Die Erfahrung hat nun gezeigt, dafs zur Hervorbringung einer noch sichtbaren Färbung schwächsten Grades, eine ganz bestimmte chemische Lichtquantität nöthig ist.

Wird demnach ein lichtempfindlicher Streifen unter der transparenten Photometerskala exponirt, so wird derselbe an irgend einer Stelle, z. B. unter der Zahl 9, sich nicht eher sichtbar färben, als bis die bestimmte zur Hervorbringung einer sichtbaren Färbung nöthige chemische Lichtquantität durch den Streifen hindurchgegangen ist. Da aber die Schwächung, welche das Licht beim Durchgange durch die Streifenlagen erleidet, je nach der Zahl derselben eine sehr verschie-

dene ist, so wird die Lichtquantität, welche auf das Streifensystem fallen mufs, um nach dem Durchgange durch letztere noch eine sichtbare Wirkung zu äufsern, ebenso verschieden sein, und wird die auffallende Lichtquantität um so gröfser sein müssen, je gröfser die Schwächung ist, welche dasselbe beim Durchgange durch das Streifensystem erleidet.

Nun stehen die Schwächungen, welche das Licht beim Durchgange durch 1, 2, 3 . . . x Streifen erleidet, wie eben gezeigt ist, in dem Verhältnifs $n : n^2$, n^3 . . . n^x. In demselben Verhältnifs werden demnach die auffallenden Lichtquantitäten stehen müssen, welche nöthig sind, um unter dem ersten, zweiten, dritten . . . x^{ten} Streifen eine sichtbare chemische Wirkung hervorzubringen.

Diese Wirkung offenbart sich aber durch das Erscheinen der aufgeschriebenen Gradzahlen 1, 2, 3, 4 . . . x. Demnach stehen die Lichtquantitäten, welche durch das Erscheinen der einzelnen Gradzahlen angezeigt werden, in dem Verhältnifs n, n^2, n^3, n^4 . . . n^x, d. h. sie bilden eine geometrische Reihe, in welcher die Gradzahlen die Exponenten sind.

Die Constante n der Reihe läfst sich leicht für jede Photometerskala bestimmen, indem man in bestimmter Entfernung von dem Instrumente zwei verschiedene Quantitäten Magnesiumdraht abbrennt. Nimmt man an, dafs die dabei entwickelten Lichtquantitäten den Quantitäten des verbrannten Magnesiums M und M' proportional seien und sind ferner die durch diese Lichtmengen auf dem Chromatpapier zum Vorschein gekommenen Gradzahlen g und g', so hat man die Proportion

$$M : M' = n^g : n^{g'},$$

$$\frac{M'}{M} = n^{(g'-g)}$$

woraus sich n leicht berechnen läfst.

Nach einer Reihe von Versuchen des Verfassers ist der Werth der Constante für die von ihm geprüften Instrumente = 1,27. Specielleres über den Gebrauch des Instrumentes folgt im praktischen Theil.

Praxis der Photographie.

Erstes Capitel.

Von der Einrichtung der Atelierräume.

Jeder Photograph bedarf gleich jedem andern Künstler oder Handwerker einer Werkstatt, in der er gegen Wettereinflüsse geschützt, seine Arbeiten ausüben kann.

Diese Arbeiten sind nun selbst sehr verschiedenartiger Natur, theils rein mechanisch, z. B. das Plattenputzen; theils rein chemisch, wie das Ansetzen von Collodien, Silbern, Entwickeln, Verstärken, Fixiren, Wässern; theils rein physikalisch-optisch, wie das Einstellen, Exponiren; theils artistisch, wie Stellung geben, Beleuchten, Drapiren etc., Negativ- und Positivretouche. Es ist einleuchtend, dafs diese Operationen nicht alle in einem und demselben Raum vorgenommen werden können, zumal sie diametral entgegengesetzte Bedingungen erheischen. So für das Aufnehmen des Modells viel Helligkeit, für das Präpariren der Platten fast vollkommene Dunkelheit.

So hat denn jeder Photograph einen Complex von Räumlichkeiten nöthig, die allerdings oft auf nur zwei reducirt erscheinen: das Atelier und die „Dunkelkammer“.

Bei Vertheilung der Arbeiten in verschiedene Räumlichkeiten ist vor allem darauf Rücksicht zu nehmen, solche Arbeiten auseinanderzuhalten, welche sich gegenseitig hindern. Man kann nicht Silberbäder in Räumen abdampfen, wo Bilder aufgeklebt werden; der reinlich zu haltende Putztisch darf nicht der Gefahr des Bespritzens vom Entwickler und andern Flüssigkeiten ausgesetzt sein; hundert anderer Vorsichtsmafsregeln nicht zu gedenken.

Je gröfser und beschäftigter das Etablissement ist, desto strenger wird auf dieses Auseinanderhalten der Arbeiten gesehen werden und die Trennung der dazu dienenden Räume durchgeführt werden müssen, damit jede unabhängig von der andern verrichtet werden kann.

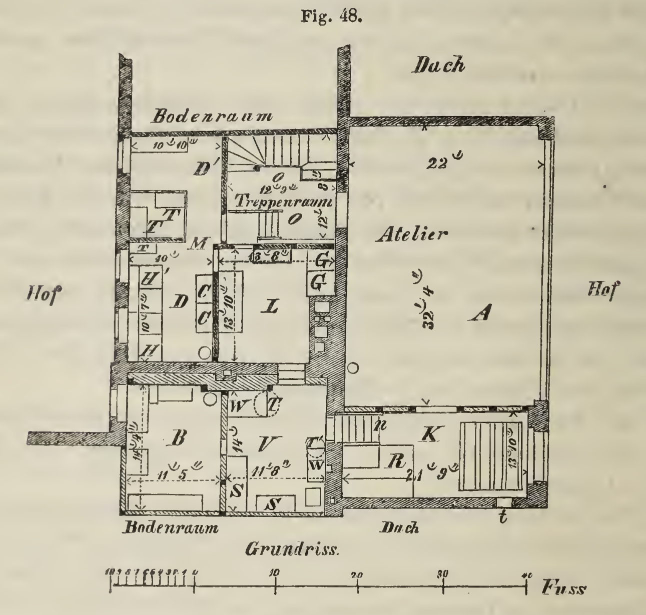
Ein Uebelstand bei Anlage solcher Arbeitsräume ist immer der, dafs dazu meistens die obern Stockwerke von Häusern, die zu ganz anderen Zwecken dienen, genommen werden. Die Folge davon ist,

dafs die Atelieranlage sich den schon vorhandenen Baulichkeiten anbequemen mufs und dies geht nur unter Aufopferung mancher Vortheile. Nichts ist daher verschiedener als die Einrichtung der photographischen Arbeitsräume, und nur ein Princip der oben als so nothwendig betonten Trennung der Arbeiten ist fast überall festgehalten, nämlich Trennung des Positivprocesses vom Negativprocefs.

Wir geben hier als Vorbild für Ateliereinrichtungen zwei praktische Beispiele, das photographische Atelier an der Königl. Gewerbe-Akademie zu Berlin und das Atelier Rabending-Monckhoven zu Wien. Jeder, der ein Etablissement einrichten will, wird daran einen Anhalt finden. Oertliche Verhältnisse werden freilich oft genug zur Modificirung dieser Pläne nöthigen.

Das photographische Atelier an der Königl. Gewerbe-Akademie besteht aus einem Glashause A von 32′ Länge und 22′ Tiefe. Höhe

Fig. 48.



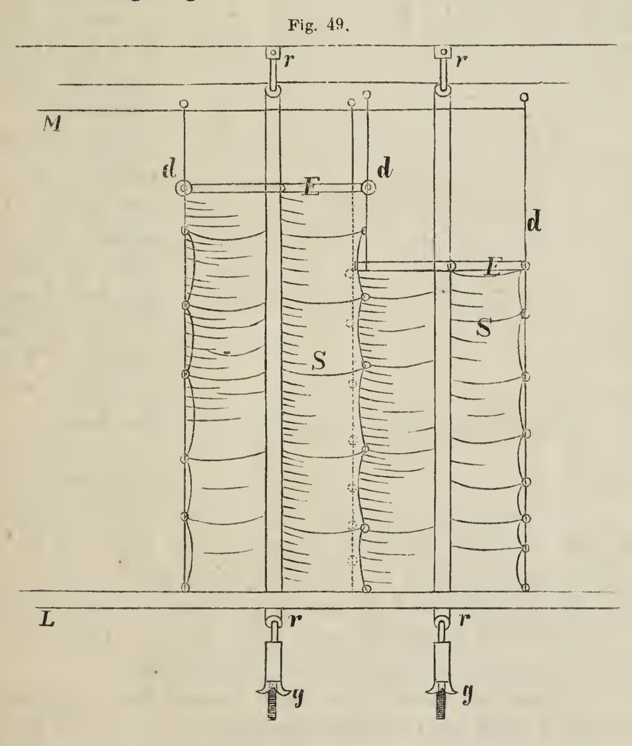
an der vorderen Glaswand 10′ 6″, Höhe an der hinteren Mauer 16′. Das Dach ist nur bis zu 16′ Tiefe verglast.

Das Atelier selbst liegt nicht genau nach Norden, sondern nach Nordnordwesten, entsprechend der Richtung des Gebäudes, auf welchem es steht. In Folge dessen scheint im Sommer die Nachmittagssonne hinein, ein Uebelstand, der durch Sonnensegel und Gardinen nur theilweise gehoben werden kann.

Die Gardineneinrichtung ist nach dem System von Loescher und Petsch hergestellt, welches sich von allen als das rationellste ergeben dürfte, und welches auch bereits von verschiedenen Ateliers in Berlin

adoptirt worden ist. Dasselbe besteht aus Seitengardinen, die in senkrechter Richtung, und Oberlichtgardinen, die in schiefer (der Tiefe des Glasdachs paralleler) Richtung gezogen werden können. Ein Stück der Seitengardinenwand ist in Fig. 49, eine Oberlichtgardine (Dachgardine) mit dem Schnurwerk in Fig. 50 dargestellt. Die Gardinen sind 1 Elle breit, greifen dachziegelartig übereinander, um jede Fuge zu vermeiden (s. Fig. 49), und werden durch dünne Drähte *d* geführt, auf welchen die Eisenstangen *E*, welche die Gardinen tragen, laufen. Mit leichter Mühe läfst sich so das ganze Atelier verdunkeln, Lichtöffnungen von 1, 2, 3 Ellen Breite und beliebiger Länge herstellen, und so die Richtung des Einfallens der Strahlen auf das Mannigfaltigste modificiren.

Fig. 49.

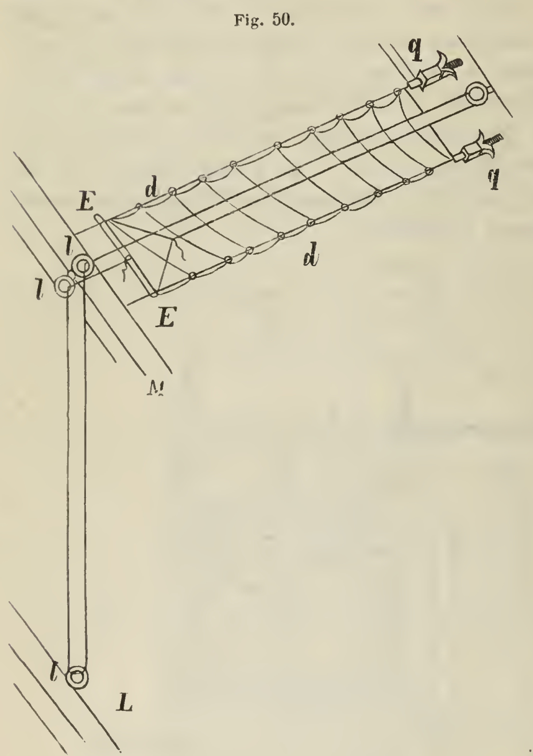


Die Schnüre für die Seitengardinen gehen auf Rollen *rrrr*, die an der Dachleiste *M* und an der Fufsleiste *L* befestigt sind und können durch Schrauben *gg* gespannt werden. Die Drähte *dd* der Seitengardinen hängen schlaff, die der Dachgardinen sind dagegen durch Schrauben *qq* gespannt (s. Fig. 50). Die Dachgardinenschnüre gehen durch Porzellanringe *ll*, welche an *M* und *L* befestigt sind.

Die Gardinen bestehen aus möglichst undurchsichtigem doppelten blauen Köper.

Dieses Gardinensystem ist zwar speciell auf das Portraitfach berechnet, welches nicht Aufgabe der Anstalt ist; doch ist es auch hier, namentlich bei der Aufnahme plastischer Gegenstände, von besonderer Wichtigkeit.

Fig. 50.



Unmittelbar neben dem Atelier liegt in gleicher Flucht mit ihm der Copirraum *K* (siehe Fig. 48), mit einem Fenster nach Nordnordwesten und einem Oberlicht, halb so tief wie das Glasdach des Ateliers. Zu letzterem führt eine Schiebethür, die, im Fall man beim Aufnehmen im Atelier eine grofse Distanz nöthig hat, geöffnet wird, so dafs man mit dem Apparat bis 45' (von der entgegengesetzten Wand des Ateliers) zurückgehen kann.

Die Breite des Copirraumes ist nur 14', die Tiefe und Höhe gleich der des Ateliers. In Folge dessen ist das Oberlicht für Copirzwecke etwas zu hoch. Um nun die Rahmen demselben näher zu bringen, dient ein bewegliches Copirgestell von Holz, welches mit Hülfe einer mechanischen Vorrichtung sehr leicht bis zur Höhe von 8' aufgewunden und wieder heruntergelassen werden kann.

Der Copirraum ist seiner Tiefe nach in zwei Theile getheilt. Der hintere Raum *R* dient als Dunkelkammer zum Einlegen und Nachsehen der Copirpapiere und Aufbewahren der frischen Copieen; der vordere dient zum Exponiren. Eine seitliche Thür *t* führt auf das benachbarte Dach, auf welchem, wenn nöthig, im Freien gearbeitet werden kann.

Unmittelbar an den Copirraum, etwas höher gelegen und durch die Treppe mit ihm verbunden, schliefsen sich die Räumlichkeiten zum weiteren Verarbeiten der Papierbilder an. 1) Das Waschzimmer *V*, 2) die Buchbinderei *B*. Das erstere birgt zwei mit Asphalt ausgelegte Tisch-Tröge *W* von 5' Länge und $2\frac{1}{2}'$ Breite, welche auf

Tonnen (*T*) ruhen. Der eine Trog dient zum Waschen der frischen Copieen, der andere zum Waschen der fixirten Bilder. Eine Oeffnung im Trog läfst die silberreichen Waschwässer in die untergestellten Tonnen fliefsen. Eine andere Oeffnung, die verschliefsbar ist, führt in den Abflufs nach der Strafse.

T dient zum Sammeln der natronhaltigen Wässer, *T'* zum Sammeln der natronfreien. Die Tische *SS* dienen zum Papiersilbern. Das Tonen geschieht in dem lichthellen Copirraum.

Der benachbarte Raum *B* dient zum Aufkleben, Retouchiren und Satiniren der Bilder, aufserdem noch als Vorrathsraum für Papier, Chemicalien u. dergl.

Wir kommen nun zur Beschreibung der Räume zur Verrichtung des Negativprocesses. Hier ist zuerst ein kleines Laboratorium mit Oberlicht (*L*) anzuführen, welches zum Ansetzen der Chemicalien, zur Untersuchung der Silberbäder und anderer Substanzen, Abdampfen und überhaupt allen chemischen Arbeiten dient. In dem Raum neben der Esse befinden sich zwei Abdampfräume *GG*, der eine für silberhaltige Flüssigkeiten, der andere für chlorhaltige (Goldlösungen etc.). [Das Niederschmelzen der bei den verschiedenen Processen fallenden Silberrückstände geschieht in dem grofsen Laboratorium des Instituts.]

DD' ist das Dunkelzimmer für die Präparirung der Platten, durch einen Vorhang *M* in 2 Theile getheilt und mit einem durch Bretter abgeschlagenen Mittelraum für Präparirung trockner Platten *TT*.

D' dient zum Plattenputzen und allen damit in Verbindung stehenden Arbeiten.

CC ist der Tisch mit den Silberbädern; *H* der Entwicklungs-, *H'* der Fixirtrog. Beide sind durch eine Scheidewand von einander getrennt und bestehen jeder aus zwei Theilen; in dem linken Theile werden die silberreichen Spülwässer in untergestellten Kübeln aufgefangen, der rechte Theil dient zum Spülen und führt die Waschwässer in die Gosse. Die Breite jedes einzelnen der 4 Tröge, welche mit Asphalt gefüttert sind, ist $2\frac{1}{4}''$ im Lichten. Dafs allenthalben Wasserleitung und Gasleitung mit Brausen u. dergl. angebracht sind, versteht sich von selbst. *P* ist ein Plattenregal.

Der Dunkelraum communicirt mit dem Atelier durch den kleinen Corridor *OO*.

Besser wäre es vielleicht gewesen, das Laboratorium *L* als Dunkelraum zu nehmen. Das wurde jedoch aus baulichen Rücksichten nicht gestattet, wie denn überhaupt die Vertheilung der Räumlichkeiten wegen der ungewöhnlichen Construction des als Basis dienenden Gebäudes*) besondere Schwierigkeiten machte.

---

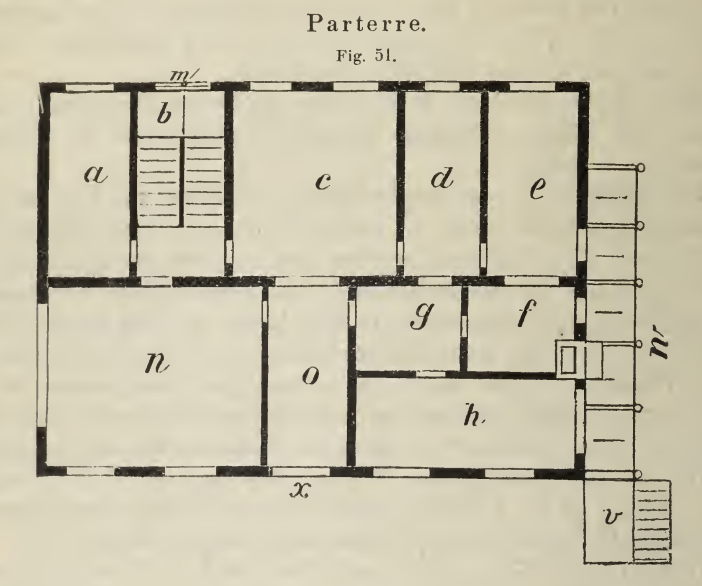
*) Wie man in Fig. 48 sieht, liegen die verschiedenen Räumlichkeiten nicht in derselben Ebene und communiciren deshalb durch Stufen miteinander.

Das Atelier von Rabending und Monckhoven hat dem gegenüber den grofsen Vortheil, dafs es von Grund aus zu rein photographischen Zwecken aufgeführt wurde.

Es bildet ein zweistöckiges Gebäude, in dessen erster Etage das Glashaus gelegen ist; es steht ringsum frei, inmitten eines geräumigen

Parterre.

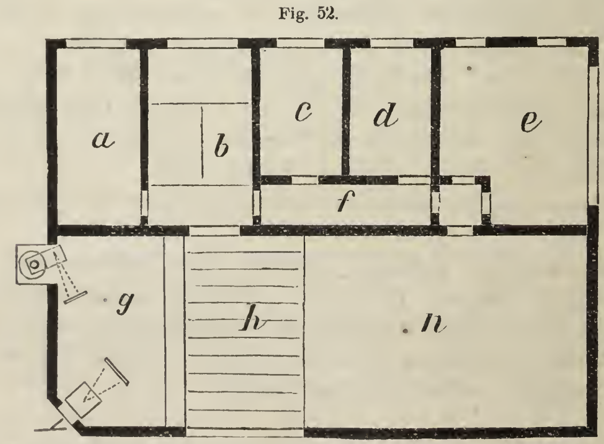
Fig. 51.



a) Retouchirzimmer für Positive, *b*) Treppenhaus, *c*) Salon, *d*) Bureau, *e*) Negativzimmer, *f*) Negativretouchirzimmer, *g*) Wartezimmer für die Diener, *h*) Aufkleberaum, *n*) Laboratorium, *o*) Corridor, *v*) Copirzimmer, *w*) Glasgallerie.

Erster Stock.

Fig. 52.

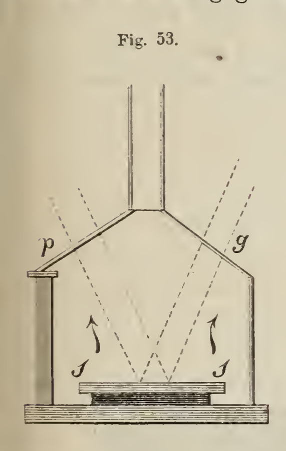


a) Toilette, *b*) Treppenhaus, *c*) Raum zum Aufbewahren der Papiere, *d*) Plattenzimmer, *e*) Dunkelraum, *f*) Corridor, *g*) Vergröfserung, *h*) Atelier, *n*) Tunnel.

Hofes, der eine bequeme Wagenauffahrt gestattet. In das Gebäude gelangt man durch einen eleganten Corridor *o*. Der Corridor führt in den Wartesalon *c*, neben welchem ein kleines Wartezimmer für die Dienerschaft *g* liegt. Zur Linken liegt ein Raum *n*, das Laboratorium, neben welchem die Treppe in den ersten Stock mit dem Glashause *h* führt. Hinter dem Glashause liegt ein Raum, nach Süden hinausgehend, *g*, der zu Vergröfserungen bestimmt ist. An das Glashaus schliefst sich ein dunkler Raum an zum Aufstellen der Apparate. In demselben Zimmer befindet sich ein Schrank für Aufbewahrung der kleinen, nicht lackirten Vergröfserungsnegative.

Die gewöhnlichen Arbeiten des Positivprocesses werden in einem Anbau *v* vorgenommen, der mit dem Hauptgebäude durch eine Glasgallerie *w* verbunden ist. Räthselhaft ist, dafs diese Räumlichkeiten bei der Anlage nicht mit in das Hauptgebäude aufgenommen worden sind. Wahrscheinlich hat eine Vergröfserung des Etablissements den Anbau nothwendig gemacht.

Fig. 53.



Die Glasgallerie, die nach einer Seite hin offen ist, gestattet auch bei schlechtem Wetter Copieen im Freien auszulegen. Unweit der Positivkammer fand sich ein kleines Zimmer *f*, welches für die Negativretouche bestimmt ist. Das hierzu dienende, am Fenster angebrachte Pult *p* (Fig. 53) war eine grofse, matte Glastafel von der Fensterbreite, unter welcher ziemlich horizontal ein ebenso breiter Spiegel *s* lag; dieser reflectirt das Himmelslicht auf die matte Tafel, welche als Unterlage für die Negative dient, und die mit passend ausgeschnittenen Brettchen mehr oder weniger zugedeckt werden konnten, so dafs nur der zu retouchirende Theil erleuchtet blieb. Aufsen war der Spiegel mit einem durchsichtigen Gehäuse *g* umschlossen.

Die übrigen Parterreräumlichkeiten, deren Separatzweck aus den Unterschriften der Figuren ersichtlich ist, waren sämmtlich der Vollendung der Positive gewidmet.

Das Laboratorium für den Negativprocefs *e* (Fig. 52) liegt neben dem Atelier im ersten Stock. Es ist durch ziemlich tief gefärbte rothgelbe Scheiben erhellt. Unmittelbar nebenan befindet sich der Raum zur Aufbewahrung der Platten.

Vom Glashause.

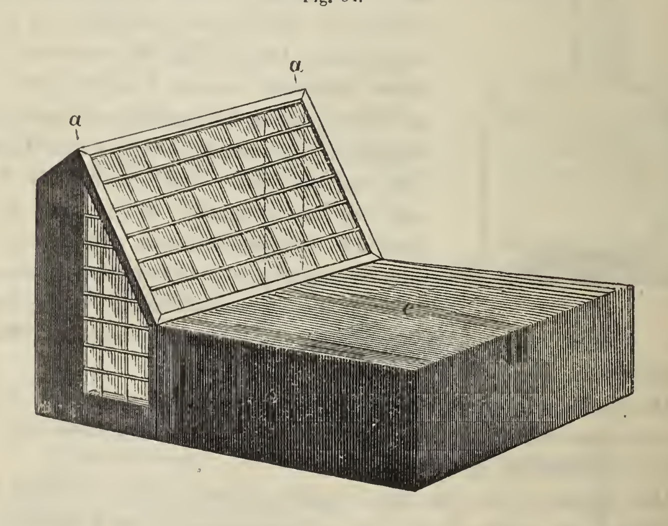
Das Glashaus ist der Theil des photographischen Etablissements, in welchem die Belichtung oder die Aufnahme vorgenommen wird.

Unsere Leser haben bei Beschreibung der Ateliereinrichtungen im Grundrifs zwei Glashäuser kennen gelernt, welche sich in ihrer Construction sehr wesentlich von einander unterscheiden und welche gleichsam die Typen zweier ganz verschiedenen Systeme bilden. Das eine ist das Atelier mit Nordfront, analog dem der Gewerbe-Akademie, das andere ist das sogenannte Tunnelatelier. Im Nordfrontatelier stehen die Apparate mit dem aufzunehmenden Objecte in demselben verglasten Raume. Ihre Sehrichtung entspricht gewöhnlich der Längsrichtung des Ateliers, dessen Hauptglaswand genau von Ost nach West geht, und welche als Basis eines mehr oder weniger tiefen und mehr oder weniger steilen Glasdachs dient. Die Aufnahmeobjecte sind gewöhnlich an den Seitenmauern placirt.

Die nachfolgenden Zeichnungen versinnlichen das Aeufsere und Innere eines solchen Ateliers.

Die Tunnelateliers bestehen aus zwei charakteristisch verschiedenen Theilen, einem dunkeln, in welchem die Apparate stehen, und einem verglasten, in welchem die Aufnahmeobjecte placirt werden. Figur 54 giebt das Bild des Monckhoven'schen Tunnelateliers. Dasselbe bildet einen eigenthümlichen Bau, mit einem sehr breiten, nach

Fig. 54.



Norden gelegenen vorderen Glasdach von ca. 26 Fufs Länge und einer östlichen Seitenglaswand von ca. 11 Fufs Breite. Die gegenüberliegende Westwand ist dunkel. An das Glasdach schliefst sich ein nicht verglaster Raum für die Hintergründe, und ein breiter, niedriger, halbdunkler Raum, der Tunnel, in dem die Apparate stehen.

Die Person steht so, dafs sie die Seite, welche aufgenommen werden soll, nach Norden wendet, d. h. dafs sie dem breiten Glasdache das Gesicht zukehrt.

Die Steilheit des Glasdachs bietet den Vortheil des rascheren Abflusses von Regen und Schnee, daher gröfserer Reinlichkeit. Die hohe Hinterwand wirkt zugleich als Sonnensegel.

Kritik der beschriebenen Atelierconstructionen.

Als Haupterfahrungssatz bei der Anlage eines Glashauses gilt das bei allen Constructionen beobachtete Princip, das directe Sonnenlicht auszuschliefsen und mit dem Licht des Himmels allein zu arbeiten.

Die Gründe für diesen Satz werden wir im dritten Theile unseres Buches entwickeln.

Um die Sonne auszuschliefsen, legt man die Licht einlassenden Glasflächen möglichst nach Norden; um möglichst viel Himmelslicht zur Disposition zu haben, legt man die Glashäuser auf hohen Gebäuden oder an Orten an, wo der Horizont nach der Glasseite hin frei ist. In Städten wird oft genug durch gegenüberliegende Gebäude ein beträchtliches Stück des wirksamen Himmelsgewölbes abgeschnitten. Das von den Gebäuden reflectirte Licht ist zwar nicht unwirksam, seine Intensität ist aber meist eine ganz andere als die des Himmelsgewölbes, entweder ist es heller (namentlich bei Sonnenschein oder bei weifsem Anstrich), oder dunkler, und dieser Umstand stört oft wesentlich bei einer durch Gardinen zu bewirkenden zweckmäfsigen Lichtvertheilung.

Bei der Benutzung eines Ateliers spielt nämlich nicht blos Qualität und Quantität des Lichtes eine Rolle, sondern auch die Richtung seines Einfalls auf den zu beleuchtenden Gegenstand.

Wir werden im dritten Theile drei Portraits als Illustration beilegen, welche in von oben und von der Seite kommendem Licht aufgenommen worden sind, aus denen hervorgeht, dafs die erstere Einfallsrichtung — Vorderlicht — am ungünstigsten wirkt, das Seitenlicht dagegen am günstigsten. Die Erörterung dieses Punktes dem ästhetischen Theile unseres Werkes vorbehaltend, bemerken wir hier nur, dafs zwar Niemand in reiner Seitenbeleuchtung ein Portrait aufnehmen wird, dafs aber in den vorzüglichsten Portraits unserer Musterateliers das Seitenlicht dominirt.

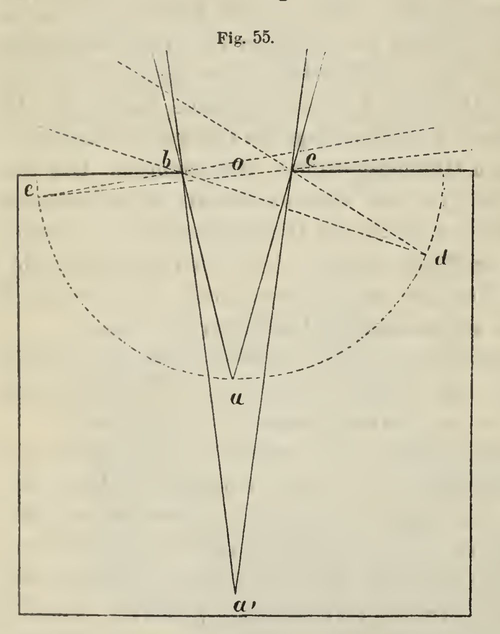
Von diesem Standpunkte aus können wir demnach einer Construction wie der Monckhoven'schen, wo das Vorderlicht dominirt, nicht das Wort reden. Sie würde brauchbarer erscheinen, wenn, wie unten gezeigt werden soll, das Seitenlicht verbreitert, das vordere Oberlicht verschmälert würde.

Zum näheren Verständnifs der Erscheinungen der Lichtvertheilung in einem Atelier müssen wir die Hauptprincipien der Helligkeit in einem verglasten Raume erörtern.

Man nehme einen von Wänden umschlossenen, durch **ein** Fenster erhellten Raum an, z. B. ein Zimmer, dasselbe sei allein vom Lichte des heitern blauen Himmels erhellt; die Erfahrung lehrt uns, dafs die Helligkeit an verschiedenen Stellen eines solchen Zimmers sehr verschieden ist; je weiter ein Punkt desselben vom Fenster abliegt, desto dunkler, je näher er letzterem liegt, desto heller erscheint er. Aufser der Entfernung vom Fenster ist aber auch noch die Lage des Punktes zur Fensterwand selbst von Wichtigkeit. Ein hart an der Fensterwand selbst liegender Punkt erscheint bei gleicher Entfernung vom Fenster viel dunkler, als ein andrer, dem Fenster gerade gegenüber liegender Punkt.

Geben wir uns zunächst von der Ursache dieser Erscheinung Rechenschaft. Bei Ausschlufs der Sonne ist der blaue Himmel die alleinige Lichtquelle, welche das Zimmer erleuchtet. Die Helligkeit eines Punktes im Zimmer wird demnach um so gröfser sein, je gröfser das Stück des Himmelsgewölbes ist, welches Lichtstrahlen auf ihn sendet. Man nehme z. B. einen Punkt *a* an, der einem runden Fenster gegenüber liegt, dieses wird von einem Strahlenkegel getroffen, dessen Durchmesser genau dem des runden Fensters entspricht. Man nehme einen zweiten Punkt *a'*, dieser wird nur durch Strahlenkegel *b a' c* erhellt, welcher bedeutend, schmäler ist. Noch spitzer erscheint der Strahlenkegel, welcher den seitwärts liegenden Punkt *e* erhellt, daher erklärt es sich, warum *a* heller erscheint als *a'*, dieser heller als *e*. Wir haben demnach in der Oeffnung des Strahlenkegels, d. h. in dem Winkel, welchen die Linien mit einander bilden, die von dem beleuchteten Punkte nach den Kanten der Fensteröffnung gezogen werden können, ein Kriterium für die Helligkeit für den betreffenden Punkt. Ich nenne diesen Winkel den Lichtwinkel.

Fig. 55.



Nimmt man einen Punkt an der Fensterwand, so schrumpft dieser Lichtwinkel zu einer Linie zusammen, solch ein Punkt würde demnach absolut dunkel sein, wenn er nicht durch Reflexion der hellen Wände Licht empfinge.

Es ist aber klar, dafs nicht nur die dunkle Fensterwand, sondern jeder übrige Punkt im Zimmer solches reflectirte Licht von den Wänden resp. Decke und Fufsboden empfangen wird. Jeder Punkt des

Zimmers (die Fensterwand ausgenommen) wird demnach von zwei verschiedenen Lichtmassen getroffen werden:

1) Von dem *directen* Lichte des *blauen Himmels*, dessen Menge um so gröſser ist, je gröſser der sphärische Flächeninhalt des zur Wirkung kommenden Himmelsgewölbestückes ist.

2) Von dem reflectirten Licht der Wände, dessen Verhältnisse complicirter Natur sind.

Sehen wir einmal vorläufig von dem reflectirten Licht der Wände gänzlich ab und betrachten wir zunächst die Wirkung des directen Himmelslichtes. Die durch diese hervorgerufene Helligkeit wollen wir der Kürze wegen die *directe Helligkeit* nennen.

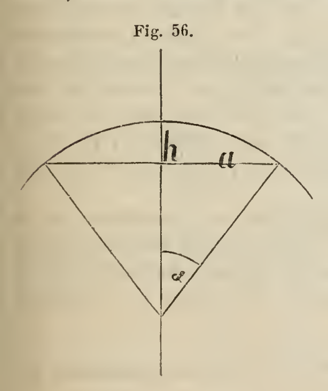
Die directe Helligkeit eines Punktes im Zimmer ist, wie oben erörtert wurde, zunächst abhängig von *seiner Lage* zum Fenster, ferner aber auch *von der Gröſse des letztern.*

Zur näheren Erörterung dieser Punkte wollen wir von den einfachsten Voraussetzungen ausgehen, und zunächst die Helligkeit eines *einem schmalen runden Fenster gerade gegenüber liegenden Punktes* betrachten. Je gröſser das Fenster, desto gröſser ist der *Lichtwinkel*. Angenommen, der *Lichtwinkel* sei nur klein, so ist die Helligkeit eines Punktes dem *Flächeninhalt der Fensteröffnung* proportional. Nun verhalten sich aber die Flächeninhalte bei ähnlichen Figuren wie die Quadrate gleich liegender Linien, demnach werden die *Helligkeiten sich verhalten wie die Quadrate der Fensterdurchmesser**). Ein doppelt so breites, rundes oder

---

*) Die mathematische Entwicklung der oben gegebenen Sätze ist folgende.

Fig. 56.



Man nehme an, daſs die Lichtquantität, welche ein Stück des blauen Himmelsgewölbes liefert, der Gröſse desselben proportional sei; es bestimmt sich alsdann die Helligkeit der einem *runden Fenster* gegenüber liegenden Punkte $a a' a''$ (siehe Fig. 57) aus dem Flächeninhalte der Calotte, welche von dem Lichtkegel eingeschlossen wird, welchen die Strahlen bilden. Der Inhalt J einer Calotte ist, wenn der Radius der *Grundfläche* des Segments $= a$, die Höhe $= h$ ist, $= \pi\ (a^2 + h^2)$ (s. Fig. 56). Ist der halbe Lichtwinkel $= \alpha$, so ist

$$h = r\ (1 - \cos \alpha),$$

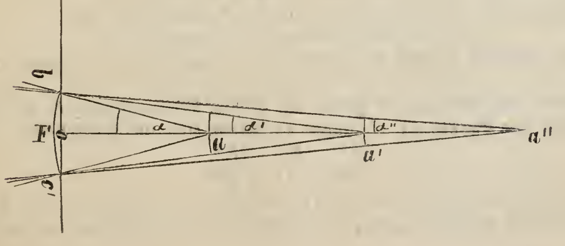
für kleine Winkel kann man

$$1 - \cos \alpha = 0$$

setzen, dann ist $J = \pi\ a^2$,

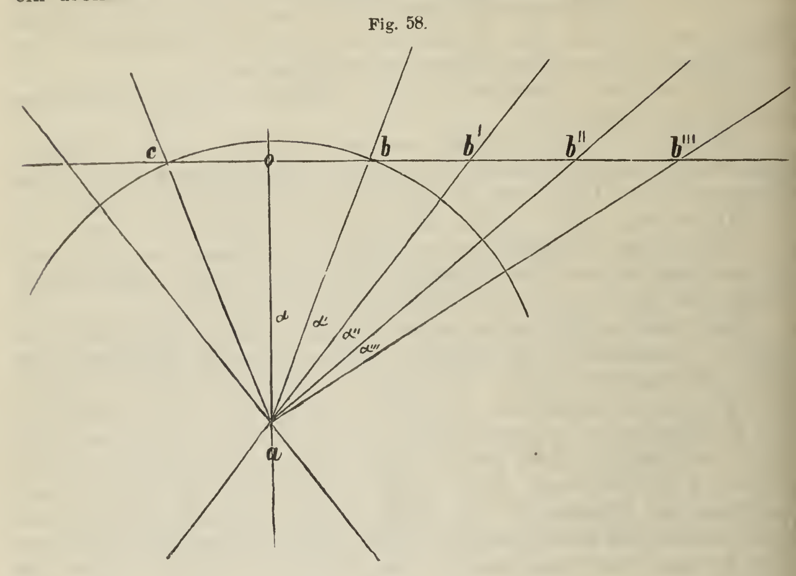
d. h. identisch mit der Grundfläche, deren Radius $= a$.

Fig. 57.



quadratisches Fenster wird daher für denselben Punkt die vierfache, ein dreimal so breites die neunfache Helligkeit liefern.

Fig. 58.



Bei gröſseren Fensteröffnungen ist die Zunahme der Helligkeit bei Vergröſserung der Oeffnung nicht so bedeutend. Man nehme z. B. einen Punkt a (Fig. 58), der in dem sonst mit Gardinen verhüllten Glashaus einer Oeffnung cb gegenüber liegt. Der halbe Lichtwinkel ist hier α. Vergröſsert man die Oeffnung successive auf das Doppelte ob', oder das Dreifache ob'', oder das Vierfache ob''', so wächst der Lichtwinkel bei a um die Stücke α', α'', α''', die, wie man aus der Figur sieht, in viel geringerem Maſse zunehmen, als die Gröſse der Fensteröffnung. Wir können aus diesem Satz sofort eine praktische Folgerung ziehen.

Es sei in einem 32′ langen Atelier (Fig. 59), 5′ von der Glaswand, 4′ von der Hinterwand eine Person a placirt, und die Glaswand von g bis h offen. Wir erhalten dann ein Kriterium der Helligkeit bei der Person, wenn wir den Lichtwinkel hag construiren. Das von dem Winkel

---

Demnach verhalten sich für verschiedene Punkte $a\,a'a''$ die Helligkeiten wie

$$\pi\, a^2 : \pi\, a'^2 : \pi\, a''^2.$$

Nun ist $$a^2 = \sin{}^2\alpha \text{ (s. Fig. 56)},$$

daher verhalten sich die Helligkeiten für die Punkte $a\,a'a''$ wie

$$\pi \sin{}^2\alpha : \pi \sin{}^{2\prime}\alpha : \pi \sin{}^{2\prime\prime}\alpha$$

oder da für kleinere Winkel die Sinusse den Tangenten proportional sind,

$$\pi \operatorname{tg}{}^2\alpha : \pi \operatorname{tg}{}^2\alpha' : \pi \operatorname{tg}{}^2\alpha''.$$

Nun sind die Tangenten $\alpha\,\alpha'\alpha''$ gleich der halben Fensteröffnung F, dividirt durch die Entfernung E der Punkte $a\,a'a''$, daher verhalten sich die Helligkeiten in $a\,a'a''$ wie

$$\frac{F^2}{E^2} : \frac{F^2}{E'^2} : \frac{F^2}{E''^2},$$

d. h. die Lichtstärke nimmt ab, wie die Quadrate der Entfernung zunehmen und nimmt zu mit dem Quadrate des Fensterdurchmessers.

hag abgeschnittene Stück Himmelsgewölbe bestimmt die Helligkeit des Punktes *a*.

Fig. 59.

Wäre nun das Atelier statt 32′ nur 24′ lang, d. h. hörte es bei *i* auf, so würde die Helligkeit durch den Winkel *iag* bestimmt werden, alle übrigen Umstände als gleich vorausgesetzt.

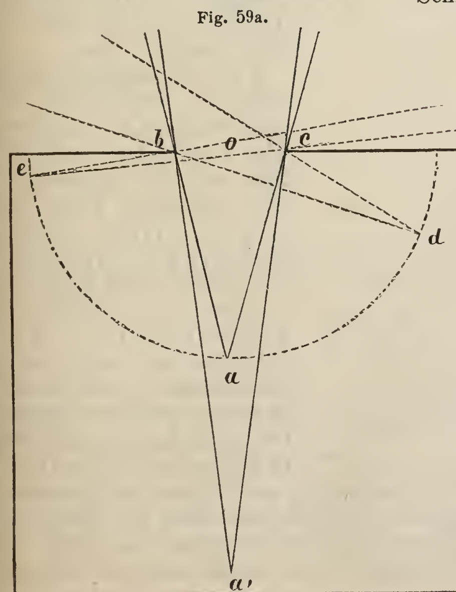
Schon aus der Figur erkennt man, dafs die Winkel *iag* und *hag* nicht sehr verschieden sind, d. h. dafs in diesem speciellen Falle die Verlängerung der Glaswand um 8′ über *i* hinaus (um das Stück *ih*) keinen sonderlich grofsen Nutzen hat, um so mehr, als das sehr schief auf die Glaswand *hi* fallende Licht zum grofsen Theil von den Scheiben reflectirt wird. —

Jetzt nehme man zwei Punkte an, *a* und *a′* (Fig. 59a), die verschieden weit von dem schmalen Fenster abliegen.

Je weiter ab vom Fenster, desto kleiner wird der Lichtwinkel.

Eine einfache mathematische Betrachtung führt alsdann zu dem Schlufs, dafs die Helligkeiten zweier Punkte, die dem Fenster gegenüber liegen, in demselben Mafse abnehmen, wie die Quadrate ihrer Entfernung vom Fenster zunehmen. (S. unten die Anmerkung S. 227 und 228.)

Fig. 59a.



Rücken wir demnach in einem Glashause einen Gegenstand doppelt so weit von der Glaswand weg, so werden wir, wenn wir ihn ebenso hell haben wollen als vorher, die Gardinen so weit öffnen müssen, dafs die freie Glasfläche viermal so grofs wird als vorher, oder aber, wir werden bei unveränder-

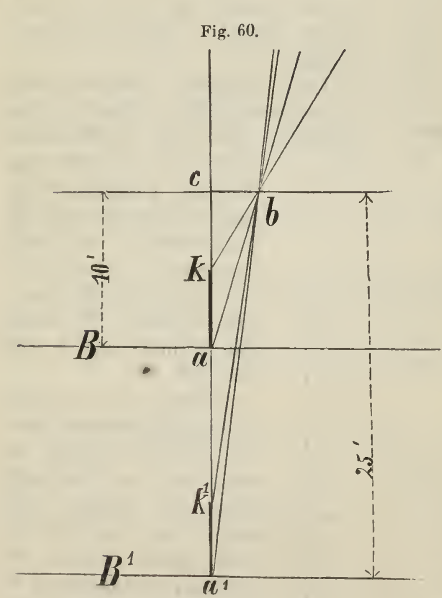
ter Fensteröffnung und doppelt so weiter Entfernung von der Glaswand, eine viermal so lange Exposition brauchen. Ist die Fensteröffnung grofs, so nehmen die Helligkeiten nicht in so raschem Verhältnifs ab, d. h. in der doppelten Entfernung ist die Helligkeit etwas gröfser als $\frac{1}{4}$, in der dreifachen etwas gröfser als $\frac{1}{9}$.

Wir können aus den gewonnenen Betrachtungen wieder eine praktische Folgerung ziehen und eine Frage beantworten, welche neuerdings oft genug aufgetaucht ist: Was ist zweckmäfsiger, ein hohes oder niedriges Atelier? Hier ist nun eine Vorfrage zu beantworten, nämlich: Wozu soll das Atelier dienen?

Ein Atelier kann zur Aufnahme von Einzelportraits ganz vortrefflich, zur Aufnahme von Gruppen oder Reproductionen dagegen wenig geeignet sein, und umgekehrt; Ateliers, wie z. B. Reutlinger's und Salomon's in Paris, sind trefflich zur Aufnahme von Einzelportraits, fast ganz ungeeignet aber zu Gruppen.

Der Grund ist leicht einzusehen. Bei Aufnahme von grofsen Gemälden, Zeichnungen verlangt man eine gleichmäfsige Beleuchtung über das ganze Original hinweg, bei Aufnahmen von Einzelportraits dagegen verlangt man vom künstlerischen Standpunkte aus eine ungleichmäfsige Beleuchtung: der Kopf, welcher die Hauptsache bildet, heller, die übrigen wenig charakteristischen Theile in das Halbdunkel zurücktretend; künstlerische Eigenschaften, welche im potenzirten Grade bei den Portraits von Adam Salomon und unter Wiener Künstlern bei Carl von Jagemann's Bildern sichtbar sind. Wollte man aber in solcher für ein Einzelportrait berechneten Beleuchtung eine Gruppe postiren und aufnehmen, so würden alle Personen bis auf eine im Halbdunkel stehen und — kaum sichtbar sein.

Fig. 60.



Wenn ich demnach obige Frage beantworten soll, so mufs ich den Zweck selbst in's Auge fassen und ich halte mich hier zunächst an den einfachsten Fall: die Construction eines Ateliers zur Aufnahme von Einzelportraits.

Nehmen wir einmal ein Atelier (Fig. 60) von circa 25′ Höhe an, darin einen Gegenstand, z. B. einen Menschen $a'k'$ von 5′ Höhe. Oberhalb desselben sei eine Oeffnung bc in dem Glasdach von bestimmter Gröfse, die Entfernung des Kopfes von derselben ist dann = 20′, die des Bodens = 25′, demnach wird die Helligkeit beider sich verhalten wie 400 : 625 = 16 : 25, d. h. fast wie **2 : 3**.

Man nehme ferner ein Atelier von 10′ Höhe an, alle übrigen

Verhältnisse seien dieselben, so wird die Entfernung des Kopfes k von der Oeffnung = 5', die der Füfse a = 10' sein, die Helligkeiten beider verhalten sich demnach wie 1 : 4.

Man sieht, wie bedeutend diese Unterschiede sind. Im ersten Falle, in einem hohen Atelier, ist der Kopf nur $1\frac{1}{2}$mal so hell als der Fufs, im zweiten Fall 4mal so hell. Was ist die Folge? Im ersten Fall schwache Lichtcontraste, im letzten Fall grofse.

Nun ist beim Portrait der Kopf die Hauptsache; dieser mufs das Hauptlicht empfangen. Ein Lichtcontrast zwischen Kopf und Fufs im Verhältnifs 2 : 3 ist zu gering, um sich im Bilde brillant zu markiren. Wirkungsvoller ist entschieden ein Lichtcontrast 1 : 4.

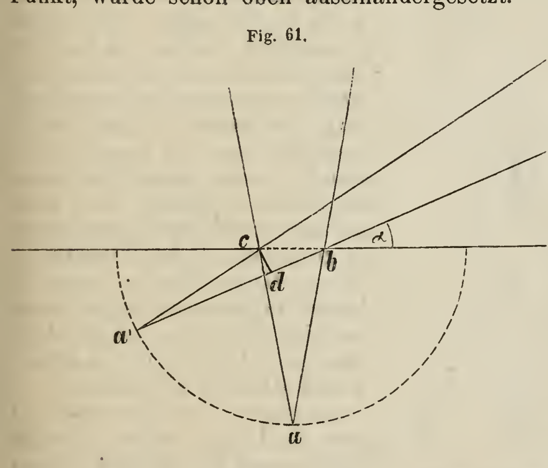
Von diesem Standpunkte aus verdient demnach zur Aufnahme von Einzelportraits ein niedriges Atelier entschieden den Vorzug.

Als Beispiel solcher vortrefflich wirkenden niedrigen Ateliers nenne ich hier: Adam Salomon, Reutlinger.

Bis jetzt haben wir einen dem Fenster gerade gegenüber liegenden Punkt im Auge gehabt.

Betrachten wir jetzt die directe Helligkeit für irgend einen andern Punkt a', der seitlich zum Fenster liegt (Fig. 61). Dafs diese kleiner ist, als die für einen der Fensteröffnung gerade gegenüber liegenden Punkt, wurde schon oben auseinandergesetzt.

Fig. 61.



Die Helligkeit vermindert sich hier mit dem Neigungswinkel der Strahlen gegen die Fensterwand. Man kann hier zur Bestimmung der Helligkeit, statt des schiefliegenden Fensters ein senkrecht zu den Strahlen liegendes cd annehmen, dessen Gröfse gleich der Projection des Fensters in der Richtung der Strahlen ist.

Ist der Winkel, den die Strahlen mit der Fensterwand machen = α, die Fensteröffnung = F, so ist die Projection = $F \sin \alpha$, demnach die Helligkeit an dem Punkt a proportional der Formel

$$\frac{F^2 \sin^2 \alpha}{E^2}.$$

Wir können demnach die directe Helligkeit irgend eines Punktes im Zimmer in Zahlen feststellen, wenn wir die Gröfse des Fensters kennen, den Winkel, welchen die Lichtstrahlen mit demselben bilden und die Entfernung des Punktes vom Fenster.

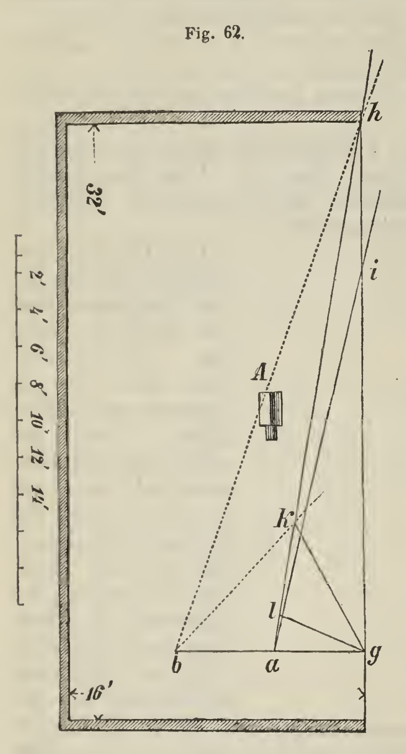
Bei Erörterung dieser Principien ist vorläufig von der Wirkung des von Wänden etc. reflectirten Lichtes und von dem Reflexionsverlust beim Gange des Lichtes durch die Glasscheiben abgesehen.

Wer die gegebenen Anweisungen aufmerksam gelesen hat, wird

leicht noch andere Aufgaben in Bezug auf Bestimmung der Helligkeit irgend eines Punktes in einem Atelier lösen können. Für kleine Lichtöffnungen kann man die relativen Helligkeiten an verschiedenen Punkten eines Zimmers leicht berechnen (nach den S. 228 u. 231 gegebenen Formeln), bei gröfseren wirkenden Glasflächen giebt die Construction des Lichtwinkels das beste Kriterium. Man zeichnet sich alsdann das Atelier (oder ein Stück desselben mit der zur Wirkung kommenden Glasfläche und dem zu beleuchtenden Punkt) nach Grund- und Aufrifs und construirt den Lichtwinkel in der horizontalen oder verticalen Ebene.

Aus diesen Principien ergiebt sich nun eine Kritik der Atelierconstructionen von selbst.

Fig. 62.



Man nehme das Nordfrontatelier (Fig. 62) als Vorlage. Dasselbe ist 32′ lang, 16′ tief, zeigt geschlossene Wände und eine nördliche Glasfront *hg*. Mafsstab ist beigezeichnet. Es befinde sich eine Person bei *a*, 5′ von der Glaswand, 4′ von der Rückwand, die Glaswand sei von *g* bis *h* (28′) offen. Wir erhalten alsdann ein Bild von der Wirkung der 28′ langen Seitenglaswand, wenn wir den Lichtwinkel *hag* construiren. Nun denke man sich statt der langen Glaswand *gh* eine schiefe Glaswand *gk* von nur 8′ Länge. Der Winkel *kag* wird dann ganz genau so grofs sein, als der Winkel *hag*, d. h. diese kleine, nur 8′ lange Glaswand wird eben so viel Licht in das Atelier lassen, als die grofse Glaswand *gh* von 28′ Länge.

Ja sogar eine Glaswand *gl* von 5′ Länge würde dieselbe Lichtmenge für die Person bei *a* spenden und nur insofern unvortheilhaft sein, als vom Apparat *A* aus gesehen, durch die Kante der Wand bei *l* ein grofser Theil des Gesichtsfeldes abgeschnitten werden würde.

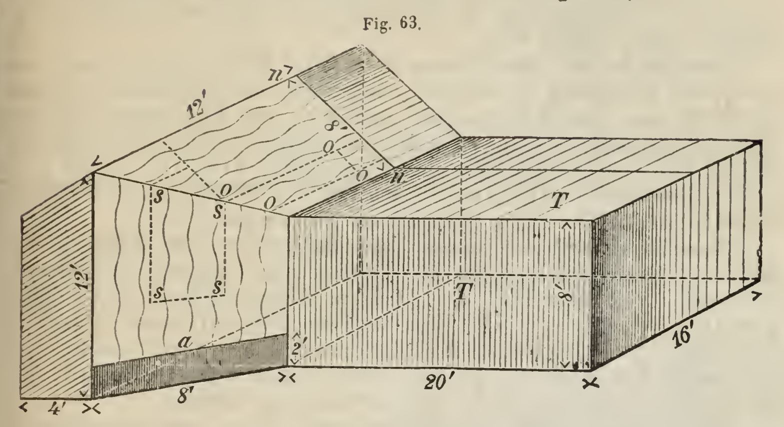
Wir haben somit erwiesen, dafs für Aufnahme einer Person bei *a* die grofse Glaswand von 28′ Länge durch eine viel kleinere, schief stehende von 8′ Länge ersetzt werden kann, ohne der Helligkeit Eintrag zu thun; was aber für die Glaswand gilt, gilt auch für das Glasdach, die 28′ lange Fläche desselben kann durch eine kleine, geneigte Fläche von 8′ Länge ersetzt werden.

Construirt man demnach ein Atelier mit einer solchen Glaswand und einem analogen Glasdach, so bekommt man einen Raum, der

in Bezug auf Helligkeit dem grofsen Atelier von 32′ Länge gleichsteht.*)

Ein solches Atelier würde folgende Form zeigen:**)

Fig. 63.



Die nicht schraffirten Theile sind hell und verglast, die übrigen dunkel, der Apparat würde in dem dunklen Theil *TT* stehen, die Person bei *a* in der Nähe der Glaswand. Die Tiefe des Glasdaches haben wir auf 12′ angenommen. Für Einzelportraits reicht dieselbe nicht nur aus, sondern ist sogar noch zu grofs, und dürfte das ganze Glasdach nur in Ausnahmefällen zur Anwendung gelangen.

Wir sind so, von einfachen Beleuchtungsprincipien ausgehend, zu einer Atelierconstruction gekommen, welche in der That schon öfter, wenn auch in anderen Verhältnissen, ausgeführt worden ist, ein sogenanntes Tunnelatelier, und haben bewiesen, dafs dasselbe für Aufnahme von Einzelportraits unter den erläuterten Bedingungen in Bezug auf Helligkeit ebenso günstig wirkt, als ein grofses Nordfrontatelier. Ein solches Atelier würde für Amateure und kleinere Photographen auch vollkommen ausreichen. Die Lage der Seitenwand ist am besten eine rein nördliche, auf diese Weise ist das Seitenlicht als Hauptlicht am besten vor directer Sonne geschützt. Das Dach müfste vor Sonnenstrahlen durch Segel bewahrt werden. Bei Mangel an Raum kann die Tiefe auch kleiner als 16′ genommen werden. Wenn nun aber auch solch ein Atelier für Einzelportraits ausreicht und wegen seiner billigeren Herstellung sich empfiehlt, so hat es doch dem Nordfrontatelier gegenüber gewisse Nachtheile. Zunächst empfängt die Person immer ihr Licht von derselben Seite, im vorliegenden Falle von rechts, während ein Nordfrontatelier, jenachdem man die Person an der Ost- oder Westwand postirt, eine Beleuchtung von rechts oder von links erlaubt. Dieser Nachtheil ist

*) Ja in Bezug auf Helligkeit wird die kleine Glaswand *gk* noch vortheilhafter wirken als die lange *gh*, da bei der letzteren das Licht in schieferer Richtung auffällt, also einen gröfseren Reflexionsverlust erleidet.

**) Wir verdanken diese und die vorige Figur unserm Freunde Hrn. A. Moll in Wien, welcher sie für seine „Notizen“ nach unsern Vorlagen stechen liefs. Die rechts unten mit 16′ gegebene Tiefe ist ein Druckfehler, man setze statt dessen 12′.

jedoch nicht grofs. Reutlinger's Bilder sind z. B. alle von links beleuchtet.

Ein gröfserer Nachtheil ergiebt sich aber, wenn die Person nicht, wie es hier vorausgesetzt, in der Nähe der Glaswand, sondern etwas entfernt davon postirt wird.

Man denke sich eine Person in *b* (Fig. 62), doppelt so weit als *a* von der Glaswand, so erkennt man, wenn man die Linien *bh* und *bk* zieht, aus den Winkeln *hbg* und *kbg* den Lichteffect, den die beiden Glaswände *gh* ung *gk* geben, und hier ersieht man, dafs der Winkel *hbg* bedeutend gröfser als *kbg* ist, dafs also für einen von der Glaswand entfernteren Punkt die Helligkeit in einem Nordfrontatelier eine bedeutend günstigere ist.

Man ist deshalb bei einem Tunnelatelier auf den Raum in der Nähe der Glaswand beschränkt, während man sich bei einem Nordfrontatelier viel mehr nach der Tiefe zu ausbreiten kann, und daher gewährt letzteres nicht nur freieren Spielraum in Bezug auf das künstlerische Arrangement, sondern auch entschieden besseres Licht zur Aufnahme von Gruppen, die den ganzen Raum der Tiefe nach in Anspruch nehmen.

Der Vorzug des Nordfrontateliers geht somit dem Tunnelatelier gegenüber klar hervor.

Dimensionen des Ateliers.

Welche Dimensionen soll man demselben geben?

Hier kommt nun noch ein Punkt in Betracht, nämlich die Distanz.

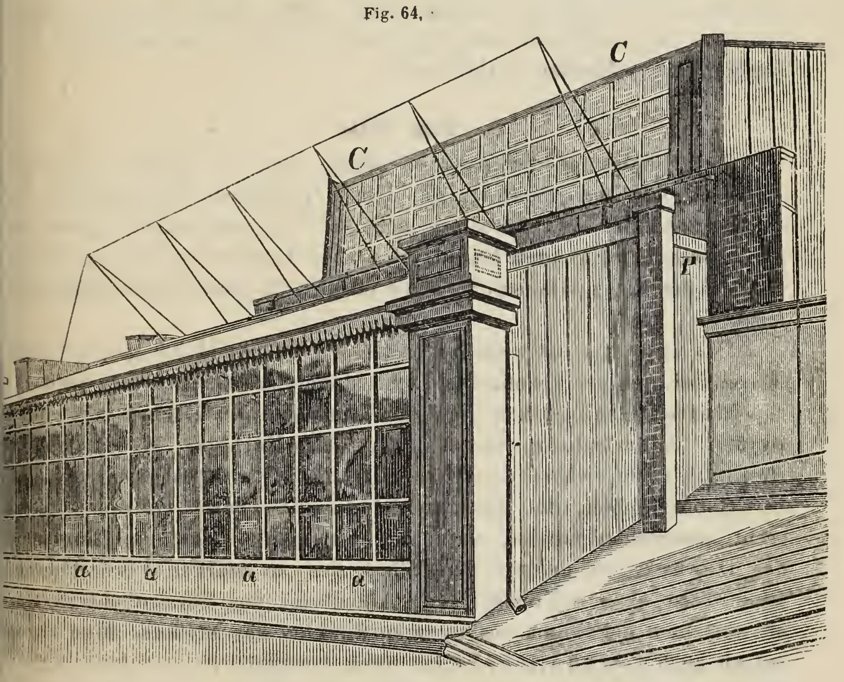
Man bedarf, jenachdem man ein Bild in Visitenkartengröfse oder halber Platte etc. aufnehmen will, Objective verschiedener Brennweite und verschiedener Distanz des Objects vom Apparat. Je gröfser das Objectiv, d. h. je länger seine Brennweite, desto länger mufs die Entfernung gewählt werden. Beim Tunnelatelier kann man dieses durch Ausdehnung des Tunnels leicht erreichen. Bei Nordfrontateliers, wo der Apparat meist im Glashause selbst steht, mufs dieses die nöthige Länge besitzen, falls man nicht in den angrenzenden Raum mit dem Apparat zurückgehen kann. Die geringste Länge, welche ein Glashaus, falls der Apparat innerhalb desselben stehen soll, haben mufs, beträgt 21'. Die geringste Breite, wenn man im Arrangement nicht zu sehr behindert sein will, beträgt 10'. In solchem Hause würde man stehende Figuren, für welche man die gröfste Distanz braucht, nur in Visitenkartengröfse aufnehmen können. Für stehende Figuren in gröfserem Format würde ein solches Atelier jedoch nicht ausreichen. Für solche Figuren auf Cabinetformat würden mindestens 24' Länge, für dieselben auf 8 × 6' Plattengröfse mindestens 30' Länge nöthig sein. Kniestücke und Brustbilder lassen sich in kürzerer Distanz herstellen.

Gruppen, die neben der Höhe noch eine Breitenausdehnung erfordern, verlangen noch gröfsere Distanz als stehende Figuren, und erfordern aufserdem eine angemessene Breite. Ein Atelier von 40'

Länge und 20′ Breite dürfte für die meisten Anforderungen genügen. Die Höhe der Glaswand empfehlen wir nicht gröfser als 10′ zu nehmen (Adam Salomon in Paris, dessen brillante Lichtcontraste in seinen Kniestücken sehr gerühmt werden, hat nur ein Atelier von 8′ Höhe). Das Glasdach mufs sich nach hinten des Regenabflusses wegen pultförmig erheben. Wir empfehlen auf 10′ Tiefe 2′ Steigung. Die Tiefe des Glasdachs selbst nehme man nahezu ebenso grofs, als die Tiefe des Ateliers. Man hat dann das beliebige Aufhellen der Schatten durch mehr oder weniger weites Aufziehen der Dachgardinen in seiner Gewalt.

Figur 64 giebt die äufsere Ansicht eines Ateliers von 32′ Länge und 23′ Tiefe. Man sieht oberhalb desselben die Eisenstangen, an

Fig. 64.



welchen die Sonnensegel aufgespannt werden. Hinter denselben liegt ein zweites kleineres Glashaus *CC* einfacherer Construction von 10′ Höhe, welches zum Copiren dient. Das Hauptatelier baut man aus Glas und Eisen, es ist zwar theuer, aber solid. Das Copiratelier kann aus Glas und Holz gebaut werden. Die vor demselben liegende Plattform *p* dient zum Copiren im Freien. Bei der Einrichtung des Innern des Ateliers sind vorzugsweise die Gardinenanlagen zu berücksichtigen.

Selten wird ein Photograph die volle Glaswand und das volle Glasdach zum Belichten verwenden, sondern den Lichteinfall durch

Vorhänge reguliren. Früher begnügte man sich mit simplen Vorhängen, die sich horizontal an Ringen auf eine gewöhnliche Gardinenstange ziehen liefsen und senkrecht herabhingen. Neuerdings hat man jedoch zur Erzielung verschiedener Lichteffecte complicirtere Systeme in Anwendung gebracht. Das vollkommenste von allen ist das von Loescher und Petsch (siehe oben S. 219).

Weifse Gardinen und Schleiervorhänge sind vollständig überflüssig. Letztere würden das Licht nicht abhalten, sondern nur dämpfen. Denselben Effect erreicht man in Ateliers mit dunklen Gardinen durch eine schmälere Lichtöffnung. Noch bemerken wir zum Schlufs, dafs Gardinen vorsichtig behandelt sein wollen. Man lasse bei feuchtem Wetter die Schrauben nach, falls man das Reifsen der Schnüre vermeiden will. Man meide ferner heftiges Zerren. Die vollkommenste Einrichtung wird bei unvorsichtiger Behandlung zu wünschen übrig lassen.

Vom Glase.

Zur Einglasung der Ateliers nehme man ein gutes, möglichst weifses, nicht manganhaltiges Glas. Letzteres wird nämlich mit der Zeit gelblich und absorbirt alsdann eine beträchtliche Quantität der chemisch wirkenden Strahlen. Daher kommt es, dafs in vielen Ateliers das Licht, wie man zu sagen pflegt, von Jahr zu Jahr schlechter wird.

Blaues Glas ist nicht zu empfehlen. Gaffield hat gezeigt, dafs dieses viel weniger chemisches Licht hindurchläfst, als reines weifses.

Mattes Glas ist zuweilen zum Einglasen des Daches verwendet worden. Adam Salomon hat z. B. ein mattes Dachglas. Es verschluckt circa 50% Licht, während weifses Glas nur circa 5% absorbirt.

Photographen, die mit der Lichtdirection durch Gardinen nicht recht umzugehen wissen, empfehlen wir mattes Glas zum Einglasen des Daches: es mildert den Effect des zu starken Vorderlichtes. Ebenso ist es von Vortheil, zur Abhaltung von Sonnenlichtreflexen an einzelnen der Sonne ausgesetzten Punkten des Ateliers. Man kann jedoch auch gewöhnliches Glas durch Auftragen einer dicken Stärkeabkochung (Kleister) leicht mattiren. Durch Waschen mit warmem Wasser läfst sich dieser Ueberzug leicht herunternehmen.*)

Von Wichtigkeit ist die Reinhaltung der Glasflächen durch öfteres Scheuern an der Aufsenseite, soweit der Regen dieses Geschäft nicht übernimmt. Berliner Photographen haben theilweise Wasserleitung bis zum Glasdach hinaufgeführt und berieseln dieses zeitweise einerseits zur Reinigung, andererseits zur Abkühlung.

---

*) Siehe Grafshoff's Notiz darüber. Photographische Mittheilungen, IV. Jahrgang, S. 154.

Ventilation.

Zur Abkühlung ist auch ein gehöriger Luftwechsel von unbedingter Nothwendigkeit. Zu dem Zweck sind in dem Atelier der Akademie 4 Fenster *aaaa* (siehe Figur 64) angebracht, die sich leicht nach Aufsen öffnen lassen; aufserdem befinden sich an der Hintermauer des Ateliers in ihren höchsten Punkten grofse verschliefsbare Luftlöcher.

Heizung

wird am besten im Winter durch Eisenöfen und ein kräftiges Holz- oder Kohlenfeuer hervorgebracht. Man wähle ein möglichst rasch und mit starker Hitzeentwicklung verbrennendes Material, da die Glaswände sich unglaublich schnell abkühlen.

Zweites Capitel.

Von den Arbeiten selbst.

Erster Abschnitt.

Die Vorbereitungsarbeiten.

Hauptvorsichtsmafsregeln.

Ein Stück Papier und ein Bleistift reichen hin für einen Zeichner, der irgend einen Gegenstand reproduciren will. Er spannt das erstere auf und spitzt den letzteren, dann ist er mit seinen Vorbereitungen fertig; die Arbeit — die Aufnahme — kann beginnen.

Anders ist es in der Photographie. Selbst für Herstellung des kleinsten und unbedeutendsten Bildchens bedürfen wir einer Menge von Apparaten — Camera, Objective, Cassetten, Stative — Schalen, Flaschen, Becken und einer Menge von Auflösungen, Silberbad, Entwickler, Verstärker, Fixage, so dafs die Vorbereitungen, die beim Zeichner in wenigen Secunden vollbracht sind, beim Photographen Stunden in Anspruch nehmen, dafs er aber freilich dafür den Vortheil hat, dafs die Aufnahme selbst, die beim Zeichner Stunden und wohl Tage erfordert, beim Photographen in wenigen Secunden oder Minuten vollbracht ist, und dafs, während der Zeichner nur ein einziges Bildexemplar erhält, der Photograph bei seiner Aufnahme eine „Platte" fertigt, von welcher er Hunderte, ja Tausende von Bildern copiren kann.

Die Vorbereitungsarbeiten sind demnach in der Photographie die Hauptsache. Diese müssen deshalb aber auch mit der allergröfsten Accuratesse und Reinlichkeit einerseits, mit Geistesgegenwart, Sachkenntnifs und Geschmack andererseits vollzogen werden, wenn man eines guten Resultats gewifs sein will.

Was hilft das beste Collodion und die damit hergestellte reinlichste Platte, wenn die darauf aufgenommene Person schlecht gestellt und noch schlechter beleuchtet ist? Was nützt umgekehrt das geschmackvollste Arrangement, wenn das Silberbad seinen Dienst versagt? Und was fange ich mit einer Platte an, die mit den besten Materialien tadellos rein hergestellt und einen noch so malerischen Gegenstand zeigt, wenn diese theils durch Mängel meines optischen Apparats, theils durch meine Nachlässigkeit beim Einstellen desselben gänzlich unscharf und verzeichnet ist?

Jede einzelne Vorbereitungsarbeit, und es giebt deren viele, mufs deshalb vorher mit allergröfster Sorgfalt ausgeführt sein, keine darf vergessen, keine als nebensächlich betrachtet werden. Und wer in dieser Hinsicht nicht mit ungeheurer Strenge und Gewissenhaftigkeit zu Werke geht, der wird nie ein photographischer Künstler werden, sondern nur ein Sudler.

Anfängern rathe ich namentlich, die photographischen Aufnahmen nicht eher zu beginnen, als bis sie sich überzeugt haben, dafs alle dazu nöthigen Apparate und Chemicalien vom ersten bis zum letzten im normalen Zustande zum Gebrauche bereit stehen. Wie oft passirt mir's bei meinen Schülern, dafs eine gegossene Collodionplatte eintrocknet, weil ihnen der Taucher zum Einsenken in das Silberbad nicht bereit gelegt war, wie oft verdarben ihnen andere belichtete Platten, weil man vergessen hatte, vorher Entwickler zu machen, hundert anderer Zufälle nicht zu gedenken.

Die Vorbereitungsarbeiten sind nun je nach der Natur der Arbeit äufserst verschieden. Sie sind andere für den Positivprocefs, als für den Negativprocefs, andere für Pigmentdruck als für Silberdruck oder Emailphotographie etc. Besprechen wir hier zuerst den photographisch wichtigsten Procefs, der allen anderen als Grundlage dient, den Negativprocefs.

A. Vorbereitungsarbeiten im Glashause.

Die Vorbereitungsarbeiten im Glashause sind zweierlei Art: 1) Herrichtung des aufzunehmenden Gegenstandes, 2) Herrichtung des optischen Apparates.

Die Herrichtung des aufzunehmenden Gegenstandes kann unter Umständen eine fabelhaft leichte sein, z. B. das Aufspannen eines Kupferstiches auf einem Reifsbrett mit 4 Stiften; unter Umständen aber aufserordentlich schwer, z. B. mit einem lebenden Object, welches seinen eigenen Willen hat und gewöhnlich etwas Widerstand leistet, abgesehen davon aber in einer möglichst gefälligen Weise gestellt, je nach seiner Individualität entsprechend beleuchtet und mit seiner Umgebung, und bestände diese nur in ein paar Möbeln, in Harmonie gebracht werden mufs, dabei immer aber mit Rücksicht darauf, dafs der optische Apparat im Stande sei, das ganze Arrangement mit hinreichender Deutlichkeit scharf wiederzugeben und in möglichst kurzer Expositionszeit aufzunehmen. Der malerische und der optische Gesichtspunkt müssen deshalb gleichzeitig in Betracht gezogen werden (sehr oft wird der eine oder der andere übersehen).

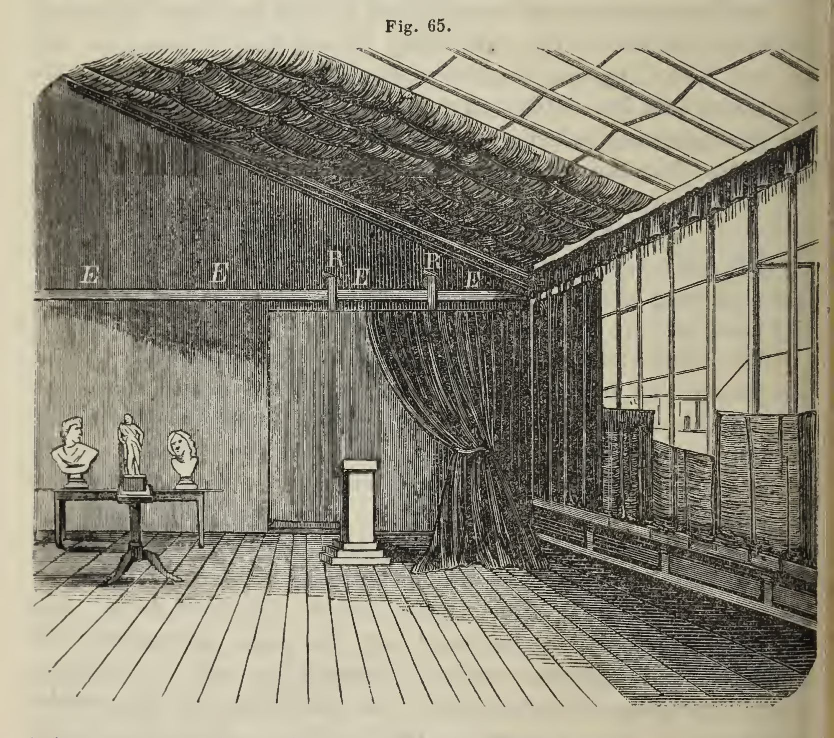
Ueber den malerischen Gesichtspunkt sprechen wir im dritten Theile unseres Buches, hier können wir nur auf die bei der Herrichtung der Originale nöthigen mechanischen Arbeiten Rücksicht nehmen.

Stelle ich irgend einen optischen Apparat auf irgend einen Gegen-

stand, z. B. eine Person, scharf ein, so werde ich gewöhnlich neben und hinter der Person noch Gegenstände bemerken, die bei der Aufnahme natürlich mit auf das Bild kommen und die sehr wesentlich die Schönheit desselben beeinflussen. Man schafft sie entweder ganz hinweg, indem man die Objecte vor einer monoton grauen, mehr oder weniger dunklen Wand gruppirt. Diese nennt man Hintergrund; oder man arrangirt sie mit dem Hauptgegenstande zu einem malerischen Ganzen.

Die Hintergründe fertigt man entweder aus Tuch, dem sogenannten Hintergrundtuch, welches extra für diesen Zweck gewebt wird, oder man läſst sie auf Maltuch oder Shirting mit Oelfarbe möglichst homogen und stumpf streichen. Den Hintergrundstoff spannt man am besten auf einen Keilrahmen, ganz analog wie die Maler ihre Oelbilder. Man kann solchen durch Anziehen der Keile stets gespannt erhalten. Der Hintergrundrahmen wird entweder aufgehängt,

Fig. 65.



indem man an seinem Obertheil Rollen RR anbringt, die auf Eisenschienen EE laufen, wie in dem Atelier, das in Figur 65 abgebildet ist. Man kann dann solchen Hintergrund leicht seitwärts schieben, falls das Atelier breit genug ist. Man muſs bei Anwendung solcher Vorrichtung so viel Eisenschienen anbringen lassen, als Hintergründe, so daſs jeder auf seiner eigenen Schiene läuft.

Schmale Ateliers bedürfen anderer Vorrichtungen. Hier setzt man den Hintergrund auf Holzfüfse mit oder ohne Rollen, um ihn nach jeder beliebigen Richtung bewegen zu können, oder man läfst das Hintergrundtuch unaufgespannt und wickelt es als Rouleau auf. Reutlinger hat so seine sämmtlichen Hintergründe rouleauxartig hergerichtet. Sechs bis acht solcher Rouleaux sind hinter einander parallel an dem Platze, wo die Personen aufgestellt werden, angebracht und werden wie gewöhnliche Fensterrouleaux nach Bedürfnifs heruntergelassen. Durch das Aufrollen leiden jedoch die Hintergründe sehr, namentlich wenn sie Malereien enthalten. Je breiter der Hintergrund, desto besser ist er für das Arrangement. Man nehme ihn nicht unter 6′ Breite und mindestens 10′ Höhe.

Ueber die Anwendung gemalter Hintergründe und der ihnen verwandten Versatzstücke wird der dritte Theil specieller berichten.

Zum passenden Arrangement der Modelle sind je nach ihrer Natur noch andere Gegenstände nöthig. Personen umgiebt man mit einigem Beiwerk, Säulen, Balustraden, Möbeln, Gardinen. Die meisten Photographen thun des Guten hierin fast zu viel und haben ein förmliches Möbelmagazin im Atelier; grofse Künstler helfen sich hier mit dem Einfachsten. Alle diese Objecte sind so einzurichten, dafs sie rasch herbeigeschafft und ebenso rasch mit möglichst wenig Lärm weggeräumt werden können. Gewöhnlich sind die Modelle ungeduldig und wollen schnell abgefertigt sein, wenn auch der Photograph keine Eile haben sollte.

Mit dem blofsen Arrangement ist jedoch das Original noch nicht genügend zur Aufnahme hergerichtet. Ein wichtiger Punkt ist während der Zeit der Exposition seine völlige Unbeweglichkeit. Diese ist mit leblosen Objecten leicht zu erreichen. Man setzt diese auf möglichst solide, nicht wackelnde Unterlagen und befestigt sie wo möglich noch.

Anders ist es mit lebenden Modellen. Niemand kann absolut stillsitzen, jeder Pulsschlag erzeugt leise Vibrationen und gerade in dem Moment der photographischen Sitzung, wo das Modell sich seiner Verantwortlichkeit für das Gelingen des Bildes bewufst ist, ist der Geist zwar am willigsten, das Fleisch aber am schwächsten, vorzüglich derjenige Theil, welcher im Bilde die Hauptsache ausmacht, der Kopf, hält dann am wenigsten still, und nichts bleibt übrig, um diesen Uebelstand zu umgehen, als der fatale Kopfhalter, gegen den das Publicum beharrlich opponirt, auf dessen Anwendung aber der Photograph ebenso beharrlich bestehen mufs. Bedingung bei seiner Anwendung ist: Man applicire ihn erst dann, wenn das Arrangement vollendet und alles zur Aufnahme bereit ist, und man passe den Kopfhalter der Person und nicht letztere dem ersteren an. Wer Personen in den bereits festgestellten Kopfhalter hineinzwängen will, begeht eine Thierquälerei und eine Sünde gegen den guten Geschmack dazu. Ferner

ist es selbstverständlich, dafs von diesem nothwendigen Uebel im Bilde nichts zu sehen sein darf, ein Umstand, der dem Photographen in Bezug auf das Arrangement oft genug die Hände bindet.

Fig. 66. Fig. 67.

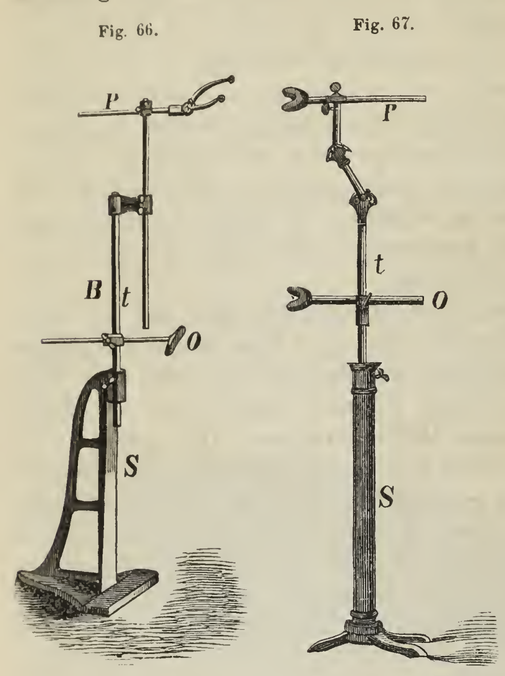


Fig. 66 und 67 zeigen die Einrichtung des Kopfhalters. Fig. 67 ist eine in Deutschland, Fig. 66 eine in Amerika übliche Form (Wilson's improved rect). In einem Stativ *S* verschieben sich, durch Schrauben stellbar, die Stangen *A* mit Gelenken und tragen unten den sogenannten Taillenhalter *O* und oben den Kopfhalter *P* an verschiebbaren und durch Schrauben feststellbaren Eisenstangen. Für stehende Figuren mufs der Kopfhalter sehr stabil sein, und dürfte sich hierfür der Wilson'sche bedeutend besser eignen, als der deutsche. Man sehe die Gelenke des Kopfhalters sehr oft nach und sorge dafür, dafs alles so leicht und geräuschlos als möglich sich bewegen läfst. Oefteres Putzen und Einreiben mit Oel leistet gute Dienste.

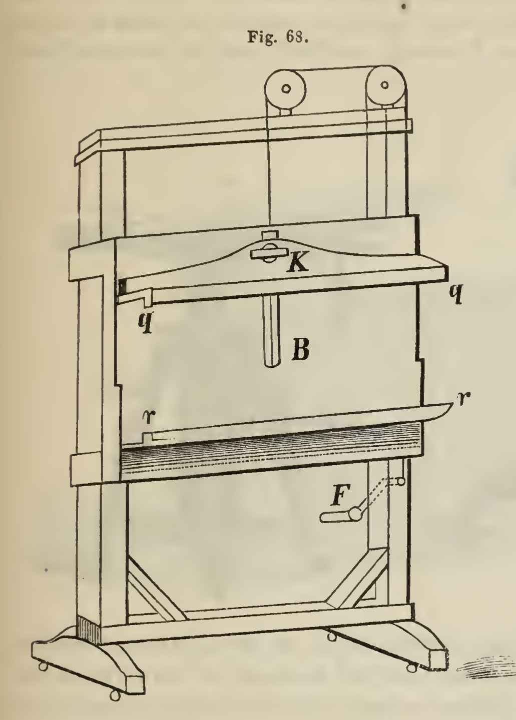
Zum Aufstellen und Befestigen von Zeichnungen und Gemälden bedient man sich gewöhnlich der Staffeleien. Ihre Form ist allbekannt und für photographische Zwecke eben nicht sehr praktisch. Gewöhnlich stehen sie schief, das Bild natürlich ebenfalls, und will man Verzeichnung vermeiden, so mufs auch die Camera entsprechend schief gestellt werden. Für sehr genaue Arbeiten ist dies keineswegs leicht zu erreichen, und man bedient sich besser eines Reifsbrettes, welches sich an einer auf Rollen stehenden Stellage in senkrechter Richtung verschieben läfst.

Fig. 68 stellt solche Vorrichtung dar. Sie besteht der Hauptsache nach aus dem Brett *B* mit dem Vorsprung *rr*, der als Lager für Oelbilder, Zeichenbretter etc. dienen kann. Um diese in senkrechter Stellung festzuhalten, ist das obere Brett *gg* angebracht. Dieses ist in senkrechter Richtung verschiebbar und durch eine Schraube *K* stellbar, so dafs Tafeln verschiedener Höhe eingeklemmt werden können.

Durch über Rollen gehende Schnur und Kurbel *F* läfst sich das Ganze leicht auf- und abwärts schieben.

Zeichnungen spannt man am besten auf ein separates Reifsbrett, welches man dann in diesen Apparat setzt. Die Beweglichkeit desselben gestattet, mit ihm leicht im ganzen Atelier herumzufahren und den Ort rasch zu finden, wo die Beleuchtung für das Object die passendste ist.

Fig. 68.



Für Copieen von Plänen, wo es auf absolut mathematische Genauigkeit ankommt, mufs das Stativ, welches das Original trägt, fest mit der Camera verbunden sein, so dafs beide ihre Lage gegen einander unverändert beibehalten.

Nach Herrichtung des aufzunehmenden Gegenstandes folgt die Herrichtung des optischen Apparates.

Jenachdem man von demselben Gegenstande gröfsere oder kleinere Bilder erlangen will, mufs der optische Apparat genähert oder entfernt werden, und deshalb ein beweglicher sein. Daher setzt man ihn auf ein Stativ. Da jedoch die Lage der aufzunehmenden Objecte eine sehr verschiedene in Bezug auf Breite und Höhe ist, und sich der Apparat dem accommodiren mufs, so sind die Stative so eingerichtet, dafs sie auch eine Bewegung des Apparates von oben nach unten, sowie eine Schiefstellung desselben erlauben.

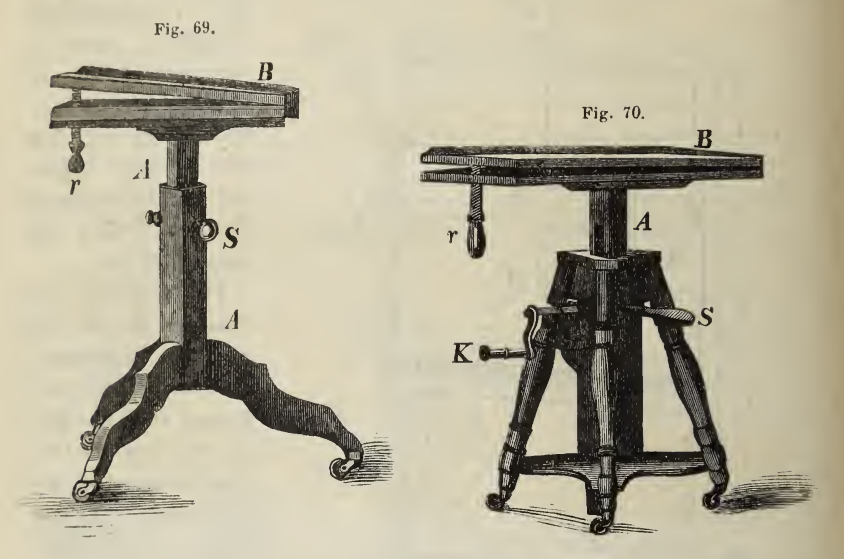
Das Stativ wird nach der Gröfse des Apparates mehr oder weniger leicht gebaut.

Fig. 69 und 70 zeigen zwei der üblichsten Formen, Fig. 69 für leichte, Fig. 70 für schwere Cameras. Bei letzterer wird die Bewegung in senkrechter Richtung durch Kurbel *K*, Zahnstange und Trieb bewegt. Die Schraube *S* dient zum Festklammern. Die schiefe Stellung des Brettes wird gewöhnlich nur bei Portraits angewendet; sie gestattet

16*

bei voller Oeffnung, Kopf und Fufs leichter gleichzeitig scharf zu erhalten, als in senkrechter Stellung. Die Stative mit Rollen bedürfen eines Stiftes, der durch Eintreiben in den Boden die Lage fixirt. Bei dem Stellen des Stativs merke der Anfänger darauf, dafs beim Bewegen des Stativs in senkrechter Richtung das Bild sich in gleicher Richtung auf der matten Scheibe bewegt. Man hat auch eiserne Stative. Diese sind jedoch meist zu schwer und ruiniren bei häufigem Gebrauch den Fufsboden. Ferner hat man Vorrichtungen ersonnen, die Rollen zu arretiren und so dem Apparate vollständige Stabilität zu sichern.

Fig. 69. Fig. 70.

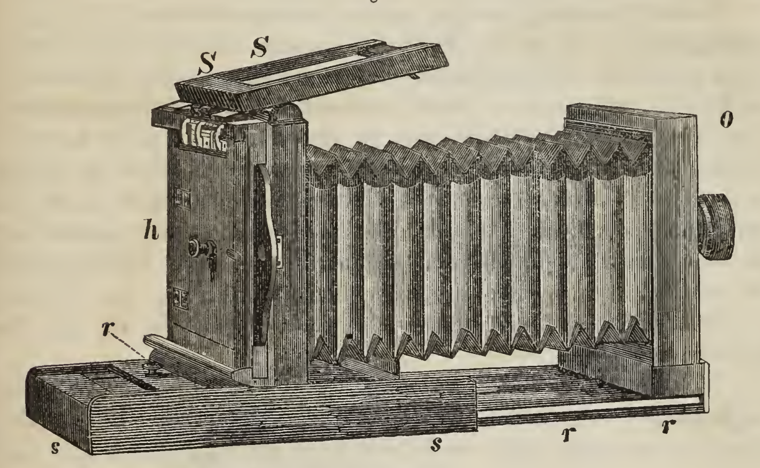


Die Camera wird behufs der scharfen Einstellung eines Gegenstandes mit dem Stative möglichst fest verbunden, so dafs ihre Lage eine unverrückbare bleibt. Eine nur lose auf das Stativ gesetzte Camera giebt durch Verrückung ihrer Lage häufig Veranlassung zu Störungen, namentlich bei leichteren Instrumenten. Schwerere stehen von selbst fest.

Die photographische Camera ist eines der einfachsten optischen Instrumente; sie besteht aus einem Kasten, der oft nur aus einem Harmonicablasebalg gebildet wird, der an der dem Objecte zugekehrten Vorderwandung das Objectiv trägt, und dessen gegenüber liegende Hinterwandung aus einer matten Scheibe besteht, die dem Objective mehr oder weniger genähert werden kann. Der mittlere Kasten oder Balg dient nur zur Herstellung eines dunklen Raumes. Bedingung ist, dafs dieser wirklich dunkel sei, wovon man sich bei neueren Instrumenten überzeugt, indem man das Objectiv schliefst, den Kopf unter die schwarze Decke steckt und nach Luftritzen sucht.

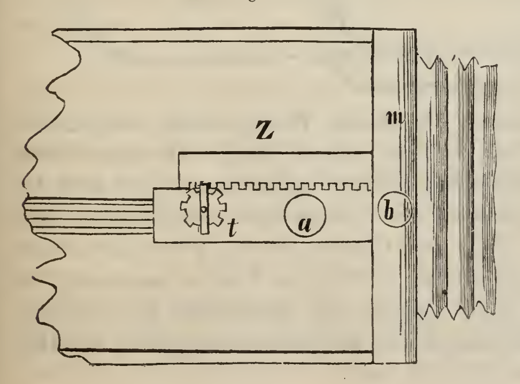
Um das Bild scharf einzustellen, wird die matte Scheibe mehr oder weniger dem Objective genähert. Zu dem Behuf kann der hintere Theil der Camera *h* auf einem Schlitten *ss* in Falzen parallel mit sich selbst verschoben werden. Die Schraube *r* dient, sobald die Stellung, innerhalb welcher das Bild scharf erscheint, gefunden ist, zur Feststellung. Ist der Theil *h* dem Objective sehr nahe, so hindert das

Fig. 71.



weit herausstehende Brett *ss* das Hervortreten des Beobachters und erschwert so die Controlle des Bildes auf der matten Scheibe. Daher ist es bequemer, den vorderen Theil *r* der Camera auszuziehen, welcher in Falzen innerhalb *ss* verschiebbar ist. Ist das Bild in dieser Weise ungefähr scharf eingestellt, so besorgt man die feinere Einstellung entweder durch Drehung der Objectivstellschraube; diese ist nur bei kurzem Auszuge bequem, oder durch Zahn und Trieb an der Rückseite.

Fig. 72.



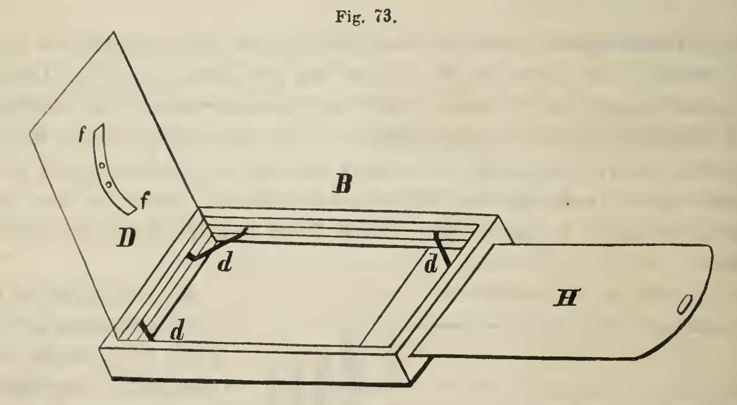
Man lüftet die beiden Schrauben *a* u. *b* (Fig. 72), welche im Grundrifs dargestellt sind, verschiebt den hinteren Theil *m* mit der matten Scheibe, schraubt *a* fest und besorgt mit der Zahnstange *Z* und dem Trieb *t* die feinere Einstellung. Nachher fixirt man das ganze

System durch Anziehen der Schraube *b*. Die englischen Cameras tragen behufs der feineren Einstellung eine Schraube ohne Ende, welche das Objectivbrett *O* (Fig. 71) bewegt und hinten mit einer Kurbel gedreht wird. Diese Einrichtung ist aufserordentlich bequem, gestattet aber nur beschränkte Auszüge. Andere Variationen, die noch ersonnen worden sind, übergehen wir hier, sie sind leicht verständlich für den, der die vorhergehenden Einrichtungen kennen gelernt hat.

Ist die Einstellung besorgt, so wird die matte Scheibe *S S* (Fig. 71) zurückgeklappt und an ihre Stelle die Cassette mit der empfindlichen Platte geschoben. Die Einrichtung mufs so getroffen werden, dafs die empfindliche Platte genau an Stelle der matten Scheibe zu liegen kommt, sonst wird das Bild unscharf. Um zu prüfen, ob die Camera in dieser Hinsicht richtig construirt ist, schraubt man das Objectiv ab, bringt einen Mafsstab in das Loch, bis er die matte Scheibe trifft, notirt die Entfernung vom Loch und macht dieselbe Messung nach Einschiebung der eine Glastafel enthaltenden geöffneten Cassette. Zuweilen sind die matten Scheiben etwas drehbar; dieser Umstand ist von Vortheil zum Einstellen von Gegenständen, die eine schiefe Lage zur Axe des Instruments haben.

Die Einrichtung der Cassette ist aus Fig. 73 ersichtlich. Die empfindliche Platte kommt in dem Rahmen *B* auf den Silberdrahtecken *d d* zu liegen, dann wird der hintere Deckel *D* zugeklappt und

Fig. 73.



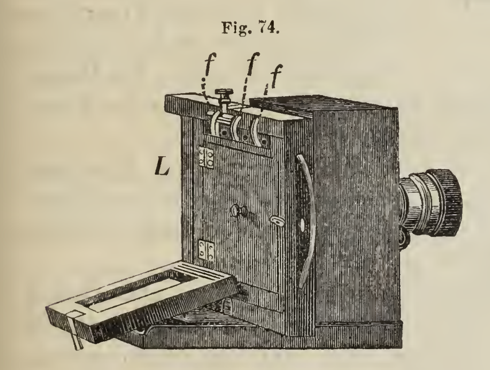
durch Vorreiber geschlossen. In dieser Weise drückt die Feder *f* gegen die Platte und hält sie fest in ihrer Lage. Der durch einen Schlitz ausziehbare Hinterdeckel *H* bleibt geschlossen, und wird erst geöffnet, wenn die Cassette an der Camera sitzt, und alles zur Aufnahme bereit ist. Das Holz der Cassette ist in Folge des öfteren Feuchtwerdens durch Silberlösung leicht dem Werfen ausgesetzt; sie mufs deshalb ebenso wie die Camera aus kreuzweise über einander gelegten Holzlagen zusammengeleimt, geschraubt und gefalzt, das Holz mufs sorgfältig geölt und gefirnifst sein.

Zum Ansammeln der Silberlösung bringt man gewöhnlich unten eine mit Pech ausgefüllte Grube an. Demnach ist solche Cassette, falls sie nicht nach jedem Gebrauch sofort ausgewischt wird, sehr leicht durch die in das Holz dringende Silberlösung dem Verderben ausgesetzt. Die Lösung zersetzt sich im Holze, und die Zersetzungsproducte ziehen sich durch Capillarität in die Collodionhäute und bewirken darin moosförmige Flecke. Verfasser pflegt, um dieses zu verhüten, die unteren Ecken der Cassette 5 Minuten in geschmolzenes Paraffin zu tauchen. Dieses conservirt sie jahrelang.*) Auch Bestreichen der Ecken mit Negativlack wird empfohlen, dieser Ueberzug mufs jedoch allmonatlich wiederholt werden.

Das Format der Cassetten wechselt aufserordentlich. Um Platten verschiedener Gröfse einlegen zu können, benutzt man Einlagbretter, die ihrerseits wieder mit Silberdrahtecken versehen sind.

Um drei oder mehr Bilder auf einer Platte aufnehmen zu können, bedient man sich der Schiebecassetten. Diese sind an einem breiten Hinterbrett LL innerhalb eines Falzes horizontal verschiebbar (siehe Fig. 74). Drei Zinken fff, die in eine Feder schnappen, dienen zur Fixirung der Platte in den verschiedenen Aufnahmestellungen. Auf diese Weise ist die sogenannte Visitenkartencamera construirt.

Fig. 74.



Anfänger mögen daran erinnert werden, dafs beim Wechseln der matten Scheibe mit der Cassette die Camera unverrückbar bleiben mufs, und dafs, nachdem die Cassette an ihrem Platze ist, der hintere Schieber H vor der Belichtung geöffnet werden mufs.

Nachher erst öffnet man den Objectivdeckel, jedoch ohne den Apparat zu erschüttern. Der Schlufsact der scharfen Einstellung, nachdem die Stellung der Camera und matten Scheibe genau fixirt worden ist, besteht nun in den Arbeiten am Objectiv.

Das Objectiv besteht aus den in eine Röhre gefafsten doppelten oder einfachen Linsengläsern nebst Blenden. Die Gestalt derselben

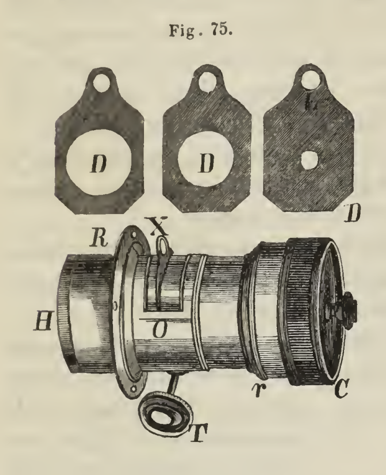
---

*) In Deutschland findet man häufig statt der Silberdrahtecken Glasecken oder Elfenbeinecken. Beide sind wenig empfehlenswerth, dagegen dürfte sich Auslegen der Cassette mit Ebonit als sehr praktisch erweisen, dieser ist aufserordentlich widerstandsfähig.

variirt nach der Gröfse und Entfernung der zu fassenden Gläser und den Blendenstellungen.

Fig. 75 zeigt eine sehr verbreitete Manier der Fassung. Es ist ein Busch'sches Portraitobjectiv mit losen Centralblenden *DD*, welche durch einen Schlitz bei *X* eingesetzt werden; der Ring *R* dient zum Anschrauben an das Camerabrett, die Hinterlinse liegt bei *H*, die Vorderlinse bei *r*. Mit dem Deckel *C* wird das Objectiv geöffnet und geschlossen. Durch Zahn und Trieb *T* kann das Objectiv der Hülse *O* behufs der feineren Einstellung hin- und hergeschoben werden. Das vordere röhrenförmige Ansatzstück bei *C* dient nicht blos zum Tragen des Deckels, sondern auch zur Abhaltung von Nebenlicht. Ein Mangel dieser sehr allgemein verbreiteten Construction sind die losen Blenden, letztere gehen leicht verloren oder werden verlegt.

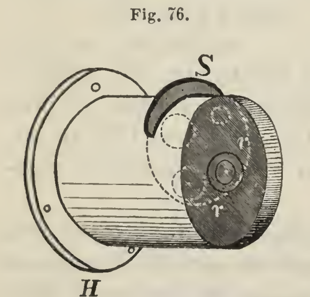
Fig. 75.



Willard in New-York hat neuerdings Objective mit Fischbein- oder Ebonitblenden construirt, die innerhalb des Objectivs angebracht sind und sich durch blofses Drehen eines Knopfes rasch wechseln lassen. Solche können natürlich nie verloren gehen.

Fig. 76 zeigt ein Landschaftsobjectiv von Dallmeyer ohne Deckel. Die einfache Linse sitzt hier bei *H*, die Blenden sind fest und bilden gemeinschaftlich eine runde, mit Oeffnungen verschiedener Gröfse versehene Scheibe *S*. Durch Drehung derselben kann man die Blendenöffnung leicht wechseln. Eine schwarze Scheibe *r* mit einer der gröfsten Blende gleichen Oeffnung schliefst das Objectiv vorn.

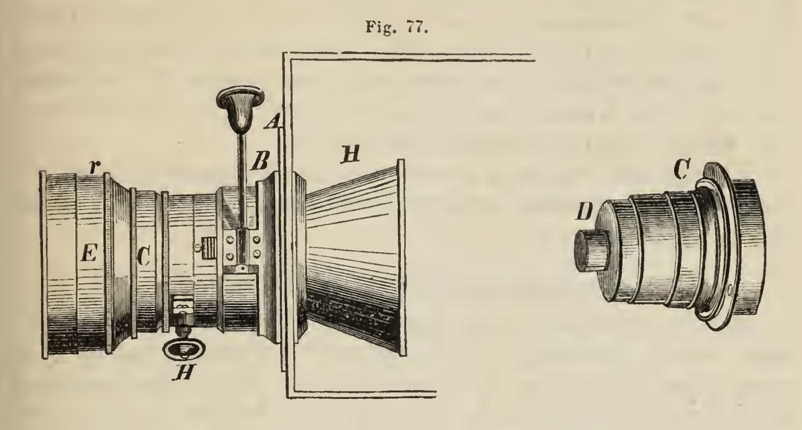
Fig. 76.



Es giebt auch Portraitobjective im Handel, deren Vorderlinse als Landschafter gebraucht werden kann. Hierher gehören die Conusobjective, welche Fig. 77 zeigt. Ihre Hinterlinse *H* ist gröfser als die Vorderlinse (siehe Seite 188). Diese sitzt an einer ausziehbaren, durch den Knopf *H* festzustellenden Fassung, so dafs man sie entweder ganz herausnehmen, oder von der Hinterlinse mehr oder weniger entfernen und dadurch den Focus verlängern kann. Die Blenden bilden Ringe, die innerhalb des Objectivs nach Herausnehmen des Vordertheils *C*

bei *D* angebracht werden. Dieser vordere Theil, für sich allein in verkehrter Lage an die Fassung geschraubt, bildet nach Abnahme

Fig. 77.



aller übrigen Stücke eine Landschaftslinse (siehe Fig. 77) mit Blenden und Deckel bei *D*. Wichtig ist die vollkommene Schwärzung aller inneren Röhrentheile des Objectivs. Reflectiren diese Licht, so entstehen leicht Lichtflecke auf der Platte. Selten schraubt man das Objectiv an die Camera direct, sondern an Ansatzbretter, die leicht gewechselt werden können.

Behufs der scharfen Einstellung pflegt man das Objectiv zunächst mit der gröfsten zulässigen Oeffnung zu benutzen. Dadurch wird gewöhnlich nur ein Theil des Bildes scharf. Man schiebt alsdann Blenden an und nimmt diese um so kleiner, je weiter man die Schärfe nach dem Rande hin treiben will. Zum besseren Erkennen des Bildes steckt man den Kopf unter ein dunkles Tuch und bedient sich einer Loupe, die die genaue Schärfe des Bildes viel besser erkennen läfst, als es mit dem unbewaffneten Auge möglich ist. Von Wichtigkeit beim Scharfeinstellen ist der feine Schliff der matten Scheibe. Bei schlecht geschliffenen Scheiben werden oft erhebliche Fehler begangen.*) Je lichtstärker das Objectiv und je heller das Wetter ist, desto leichter ist das Scharfeinstellen. Bei trübem Wetter und noch mehr bei lichtschwachen Objectiven, z. B. den Pantoskopen, bietet das Einstellen ziemliche Schwierigkeiten dar.

Eine Vorsichtsmafsregel besonderer Art, die man namentlich bei hellem Wetter zu beobachten hat, ist das Ausschliefsen des fremden Lichts vom Objectiv. Jedes Objectiv wirkt nicht blos als Linse, sondern auch als Fenster, d. h. es läfst eine Menge zerstreuten Lichtes hindurch, und dieses veranlafst entweder Verschleierung der

---

*) Die schönsten matten Scheiben sind die geätzten matten Spiegelscheiben von Meyer, Spandauerstrafse 67, Berlin.

ganzen Platte oder beeinträchtigt doch die Brillanz des Bildes wesentlich. Man beobachtet dieses diffuse Licht sehr leicht, wenn man den Kopf nach Herausnahme der matten Scheibe unter eine schwarze Decke steckt und in die Camera sieht. Diese erscheint bei Linsen mit grofser Oeffnung fast tageshell. Zur Abhaltung dieses fremden Lichts bedient man sich eines Kastens, der das ganze Objectiv umgiebt und nur vorn eine Klappe zum Oeffnen und Schliefsen hat.

Claudet und Bingham setzen den ganzen Apparat in eine Art Zelt, welches auf Rollen geht. Die Vorrichtung erscheint sehr plump und schwerfällig.

B. Vorbereitungsarbeiten im Laboratorium.

Die für Ausübung der photographischen Processe nöthigen Chemicalien werden gewöhnlich für den Gebrauch vorräthig gemischt. Man nennt diese Arbeit das Ansetzen und sie betrifft die Herstellung des jodirten Collodions, des Silberbades, des Entwicklers, des Verstärkers und der Fixage. Diese Fluidas müssen unbedingt vorhanden sein, ehe man die Arbeit beginnt, und in einem Zustande sich befinden, in dem man ihrer guten Wirksamkeit gewifs ist. Bei ihrer Herstellung, Wartung und Behandlung hat man sich der höchsten Sorgfalt, namentlich der höchsten Reinlichkeit zu befleifsigen, und vor allem ist das der Fall bei Herstellung der auf Wochen in Vorrath zu mischenden Collodien und Silberbäder. Fehler, die hierbei gemacht sind, schleichen sich durch alle Platten; sie machen jeden Erfolg unmöglich, und mit um so gröfserer Gewissenhaftigkeit ist hier vorzugehen, als unter Umständen die geringsten, homöopathisch kleinen, chemisch kaum noch nachweisbaren Quantitäten fremdartiger Substanzen im Collodion oder Silberbade im Stande sind, die photographischen Arbeiten völlig illusorisch zu machen.*) Dem Verfasser sind Hunderte von

*) Wir können hier nicht umhin, den Passus aus dem „Lied von der Photographie“ aufzuführen, in welchem unser Freund Dr. E. Jacobsen die Verzweiflung eines mit Silberbadfehlern kämpfenden Photographen schildert:

„Wehe, wenn sie losgelassen:
Fehler in dem Silberbad,
Und der Photograph verlassen
Wird von seiner Praxis Rath.
Draufsen warten,
Die zu Karten,
Die zu Bildern grofs und klein
Möchten aufgenommen sein.
Hört ihr's klopfen an die Thür?
Wieder Vier!
Roth wie Blut
Sind die Wangen:
Das ist nicht der Freude Gluth,
Das ist Bangen!
Decantirt
Und filtrirt

Photographen vorgekommen, die aus purer Nachlässigkeit, ja Bequemlichkeit unterliefsen, einen Trichter zu reinigen, dadurch ihr Collodion oder Silberbad, ohne es zu ahnen, verdarben, nachher in ihrer Verzweiflung zehnmal mehr Arbeit hatten, das Verdorbene wieder gut zu machen, als das Reinigen des Trichters gemacht haben würde.

1. Ansetzen des Collodions.

Die oben anempfohlene gröfste Sorgfalt gilt vorzugsweise für das Ansetzen des Collodions. Ein Silberbad läfst sich rasch mischen und sogleich in Gebrauch nehmen, falls das alte seinen Dienst versagen sollte, ein neues Collodion dagegen ist im günstigsten Falle erst brauchbar einige Tage nach der Mischung.

Ueber die Herstellung der Schiefsbaumwolle, deren Eigenschaften, über die Lösung derselben in Alkohol und Aether haben wir schon im ersten Theile ausführlich gesprochen, ebenso über die Jodirungssalze (s. S. 101). Für unsere Arbeiten halten wir uns gewöhnlich ein

---

Zweimal ward die Silbersuppe,
Doch es ist ihr alles schnuppe!
Auch kein Heil ist d'raus entsprossen,
Als Collodion zugegossen;
Schütteln auch mit Caolin
Will für diesmal gar nicht ziehn. —
Trichter klappern, Gläser klirren,
Schalen schwappen — — Menschen irren!
Draufsen murrt es,
Flucht und knurrt es,
Alle werden ungeduldig,
Ach und wir sind doch nicht schuldig!
Durch der Hände lange Kette
Um die Wette
Alle Album sind gegangen —
Und das Silber läfst uns hangen!
Rasch noch einmal nachgeschlagen,
Lafst die Bücher uns befragen. —
Doch mit der Recepte Heer
Wächst das Wirrsal immer mehr.
Tropft die Stirn und wird die Angst
Riesengrofs! —
Hoffnungslos
Weicht der Photograph dem Zufall,

löst Höllenstein zum neuen Bade auf, thut etwas Jodsilber hinein und geht in's Atelier, die Kunden zu versichern, dafs nun alles in Ordnung sei; aber

Leergebrannt
Ist die Stätte;
Fortgerannt
Um die Wette
Sind sie bis zum letzten Mann.
In dem leeren Atelier
Wohnt das Grauen
Und des Himmels Wolken schauen
Hoch hinein."

gut abgeklärtes Rohcollodion im Vorrath. Dessen Zusammensetzung ist im Sommer: 2 Theile Collodionwolle,

	50	-	Alkohol 95°,
	50	-	Aether;
für den Winter:	2	-	Collodionwolle,
	60	-	Aether,
	40	-	Alkohol.

Im Winter nehmen wir das Collodion ätherreicher, damit die Verdunstung beim Giefsen rascher vor sich gehe und die Schicht dadurch fester werde (s. S. 101).

Die Abklärung des Rohcollodions ist gewöhnlich 14 Tage nach Auflösung der Wolle vollendet.

Dieses Rohcollodion mufs mit Brom- und Jodmetallen versetzt werden. Viele Photographen thun letzteres zu der öligen Flüssigkeit. Dies ist unpraktisch. Gewöhnlich enthalten die Salze kleine Spuren von Unreinigkeiten, die sich aus dem Collodion nur langsam absetzen und ein zeitraubendes neues Abklären nöthig machen.

Viel praktischer ist es daher, die Jod- und Bromsalze für sich in Alkohol zu lösen und nach sorgsamster (womöglich zweifacher) Filtration dem abgeklärten Rohcollodion zuzusetzen.

Eine solche Lösung von Jod- und Bromsalzen in Alkohol nennt man Jodirung.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Auswahl der Jodirungssalze. Die Zahl der Recepte, die in dieser Hinsicht empfohlen worden sind, ist Legion. Es ist nicht unsere Absicht, hier eine Receptensammlung zu liefern, obgleich unter den zahlreichen Recepten viel gute sind. Probirt man die Collodien verschiedener Photographen oder Fabrikanten, so findet man in ihren Eigenschaften ganz augenfällige Unterschiede. Manche arbeiten weich, aber flau, d. h. geben Bilder mit vielen Details in den dunklen Theilen, aber nur wenig intensiven Lichtern, andere arbeiten hart, aber brillant. Manche geben ein intensives, manche ein dünnes Bild, und dennoch geben alle diese so verschieden arbeitenden Collodien gute Resultate in der Hand desjenigen, der damit zu arbeiten gewöhnt ist.

Es ist möglich, mit einem flau arbeitenden Collodion durch etwas contrastreichere Beleuchtung dennoch ein brillantes Bild zu erzielen, und umgekehrt bei einem zu contrastreich arbeitenden Collodion durch eine passende Beleuchtung ein harmonisches Bild zu erhalten. Auch durch passende Wahl des Entwicklers läfst sich hier mancher Fehler ausgleichen. Wer aber dieselbe Arbeitsmanier etc. für alle Collodien anwenden will, wird manches voreilig als schlecht verdammen, welches bei richtiger Arbeit gute Resultate geben würde.

Umgekehrt kann aber nicht geleugnet werden, dafs gerade in diesem Artikel ziemlich stark auf die Unwissenheit mancher Photo-

graphen speculirt wird und Collodion mit den seltsamsten Jodirungssalzen — neuerdings sogar Caesium und Rubidium — als die photographischen Steine der Weisen angepriesen werden.

Seite 106 sind die Wirkungen der Jodirungssalze eingehender besprochen und die Resultate der Untersuchungen des Verfassers über die Wirkung der Bromsalze genauer ausgeführt worden (Seite 109). Wir reihen hieran noch die Resultate einiger neueren Forschungen.

Die Gegenwart von Bromsalz bedingt die Empfindlichkeit für dunkle Strahlen, d. h. Details in den Schatten und Weichheit, die Gegenwart des Jodsalzes die Empfindlichkeit für helle Strahlen, d. h. die Intensität der Lichter (s. Seite 109). Es ist daraus etwas voreilig der Schlufs gezogen worden, dafs das Collodion um so weicher arbeite, je mehr es Bromsalz enthalte, das ist jedoch keineswegs der Fall.

Kürzlich angestellte Versuche des Verfassers haben gezeigt, dafs ein Collodion, welches 2 Aequivalente Jodcadmium auf 1 Aequivalent Bromcadmium enthält, bedeutend weicher arbeitet und empfindlicher ist als ein Collodion, welches doppelt und viermal so viel Bromcadmium im Verhältnifs zum Jodcadmium enthält.

Wurde der Bromgehalt noch weiter gesteigert (3 Aequivalente $CdBr$ auf 1 Aequivalent CdJ), so resultirte ein Collodion, welches wieder grofse Empfindlichkeit für dunkle Strahlen, aber blasse Lichter zeigte; es arbeitete sehr weich, aber flau. *)

Ebenso seltsam ist nach des Verfassers Versuchen die Quantität der Jodirungssalze. Verfasser machte zwei Collodien, von denen das eine doppelt so stark jodirt war wie das andere; ersteres erwies sich bedeutend empfindlicher und gab ein intensiveres Bild als letzteres.

Wer Collodion probiren will, der nehme, wie wir damals, eine mit schwarzer Draperie umgebene Gypsbüste auf (siehe Seite 109).

Wichtig ist bei vergleichenden Versuchen die gröfste Uebereinstimmung in Bezug auf Licht, Silberbad, Entwicklung.

Folgendes sind die Recepte, deren wir uns gewöhnlich bedienen:

a) Gewöhnliches Collodion.)**

1	Gramm	Jodcadmium,
½	-	Jodnatrium,
½	-	Bromammon,
30	-	Alkohol

werden gelöst und nach vollständiger Auflösung filtrirt.

---

*) 1 Aequivalent Jodcadmium entspricht ungefähr 18 Gewichtstheilen.
1 - Bromcadmium - - 17 -

**) Dieses Collodion ist das unter dem Namen „Dr. Vogel's Collodion" bereits vor drei Jahren in den Photograph. Mittheilungen publicirte.

Dann wird 1 Volumtheil des Filtrats mit
3 Volumen Rohcollodion
von 2 Procent Pyroxilingehalt (siehe oben) gemischt.

War das Rohcollodion gut abgeklärt, die Salzlösung sehr gut filtrirt, so ist das Collodion schon nach drei Tagen brauchbar. Das jodirte Collodion hält sich verschieden lange. Ist das angewendete Pyroxilin zur Zersetzung geneigt, so färbt es sich bald roth, ebenso wenn die Salze unrein sind. Am wenigsten rein erhält man in der Regel das Jodnatrium.

b) Aequivalentcollodion.

Dieses empfehlen wir auf Grund unserer neuesten Untersuchungen (siehe Photograph. Mittheilungen, Augustheft 1868) als ein Collodion von besonderer Haltbarkeit. Man löse

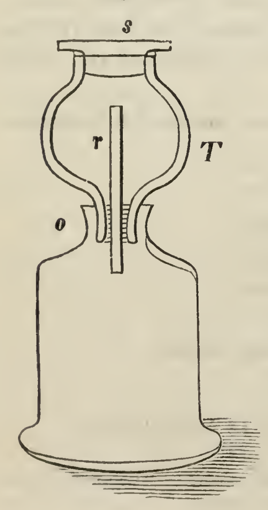
18 Gramm Jodcadmium in 270 Gramm Alkohol,
ebenso 17 - Bromcadmium - 270 - -

Man mische 2 Volumentheile der Jodcadmiumlösung mit 1 Volumentheil der Bromcadmiumlösung und 9 Theilen Rohcollodion (2 Proc.) In diesem Collodion findet sich auf 2 Aequivalente Jod 1 Aequivalent Brom, daher der Name. Es hält sich Jahr und Tag.

Gewöhnlich werden die frisch gemischten Collodien bald gelb, wenn auch die Jodirungssalze farblos waren (siehe Seite 106).

Am längsten bleiben die Cadmiumcollodien weifs. Manche Collodien geben, so lange sie noch nicht gelblich geworden sind, leicht Schleier. Man kann solche durch leichte Ansäuerung des Silberbades oder durch Zusatz von einigen Tropfen Jodtinctur zum Collodion (durch letztere wird es sofort gelb gefärbt) verhindern. Alkoholreiche Collodien geben leichter Schleier als ätherreiche.

Fig. 78.



Manche Sorten Rohcollodion klären sich äufserst schwer ab, sie geben trotz monatelangem Stehen immer noch fleckige Platten. Es sind dies namentlich die bei niederer Temperatur bereiteten. Collodien, welche damit hergestellt sind, müssen filtrirt werden; dies ist eine etwas zeitraubende Operation, die man mit Hülfe einer eigens dazu gemachten Filterflasche ausführt. Diese hat einen in Glas eingeschliffenen, mit Glasstöpsel schliefsbaren Trichter *T*, in dessen untere Oeffnung *o* man lose, gewaschene Baumwolle stopft, welche man um das Glasröhrchen *r* wickelt. Dann giefst man Collodion auf, dasselbe sickert langsam durch die

Baumwolle, während die Luft aus dem Untergefäfs durch das Röhrchen entweicht. Der obere Stöpsel *s* verhindert die Verdunstung der so leicht flüchtigen Flüssigkeiten. Ueber die Benutzung und Wartung des Collodions siehe unten.

2. Das Silberbad.

Das Silberbad hat die Aufgabe, die Collodionschicht zu sensibilisiren, d. h. die Jod- und Brommetalle darin in Jod- und Bromsilber überzuführen.

In früherer Zeit benutzte man als solches eine verdünnte Silberlösung 1 : 16 bis 1 : 20. Diese ist auch in der That zu dem genannten Zweck geeignet. Demnach ist es nicht rathsam, mit einer so schwachen Silberlösung zu arbeiten. Einerseits geht die vollständige Sensibilisation der Platten in solchem verdünntem Bade nur langsam vor sich und um so langsamer, je reicher das Collodion an Jod- und Bromsalzen ist, andrerseits aber wird dem Bade mit jeder Platte eine gewisse Quantität Silber entzogen, es erschöpft sich deshalb sehr rasch, wenn es vonvornherein wenig Silbersalz enthält.

Ferner ist ein Punkt zu beachten, nämlich die Löslichkeit des Jodsilbers in Höllensteinlösungen (s. S. 47). Diese bewirkt das sogenannte Anfressen der Platten in einem frischen Bade, und um dieses zu verhüten, stellt man entweder in ein frisches Bad über Nacht eine jodirte Collodionplatte oder setzt dem Bade unmittelbar ein Jodsalz zu, welches eine kleine Quantität Jodsilber erzeugt und dadurch das Lösungsvermögen des Bades für diesen Stoff etwas vermindert.

Als Rohmaterial für Ansetzung des Bades bedienen wir uns nur des neutralen krystallisirten Silbersalzes, niemals des geschmolzenen, welches zuweilen sehr störend wirkendes salpetrigsaures Silber enthält (siehe Seite 42).

Zum Ansetzen des Bades lösen wir

100 Gramm Silbersalz in
1000 - destillirtem Wasser

und setzen dazu 25 Gramm (oder Cubikcentimeter)
einer Lösung von 1 Theil Jodkalium in 100 Theilen Wasser.
Säure fügen wir gewöhnlich nicht zum Silberbade, nur wenn eine darin präparirte Platte schleierig erscheinen sollte, setzen wir tropfenweise verdünnte Salpetersäure (1 Theil Salpetersäure, 5 Theile Wasser) hinzu, jedoch nur soviel, dafs der Schleier eben zum Verschwinden gebracht wird. Essigsäure bedienen wir uns zum Ansäuern des Bades nicht, da sie leicht zur Entstehung von schwerlöslichen essigsauren Silberkrystallen Veranlassung giebt, die sich auf die Platten setzen und Spiefse, Körner und spiefsige Flecke veranlassen. Zusatz von Bleizucker, Brommetallen und ähnlichen mehrfach empfohlenen Salzen ist vollständig überflüssig.

3. Der Entwickler.

Als Entwickler für den Negativprocefs wird jetzt ganz allgemein eine Eisenvitriolauflösung angewendet. Diese fällt das Silber aus seinen Lösungen metallisch als feines Pulver (siehe Seite 37) und dieser Niederschlag entsteht demnach auch, wenn man auf eine Collodionplatte, welche feucht von anhängender Silberlösung ist, Eisenvitriollösung giefst.

Damit der Niederschlag nicht zu rasch entstehe und unregelmäfsig die ganze Platte bedecke, wendet man eine verdünnte und saure Eisenlösung an (siehe Seite 37).

Als bestes Ansäuerungsmittel nimmt man die Essigsäure (sogen. Eisessig). Bei Bildern mit Halbtönen wendet man einen concentrirten, bei Reproductionen ohne Halbtöne einen verdünnten Entwickler an.

Wir nehmen

a) als Entwickler für Portraits und Landschaften.

5	Theile	Eisenvitriol,
3	-	Eisessig,
100	-	Wasser.

Ist das Silberbad alt, so fügt man noch 2 Theile Alkohol hinzu. Das Wasser braucht durchaus nicht destillirtes zu sein. Wasserleitungswasser und nicht zu salzhaltiges Brunnen- oder Flufswasser genügt.

b) Entwickler für Stichreproductionen.

2½	Theile	Eisenvitriol,
3—4	-	Eisessig,
100	-	Wasser;

bei alten Bädern Alkohol wie oben.

Ueber die Eigenschaften des Eisenvitriols und des Eisessigs ist bereits die Rede gewesen (siehe Seite 21 und 78).

Statt des Eisenvitriols wendet man auch zuweilen das schwefelsaure Eisenoxydulammon an. 5 Theile Eisenvitriol entsprechen 7 Theilen schwefelsauren Eisenoxydulammons. Er empfiehlt sich durch seine Beständigkeit für damit angesetzte Entwickler, hält sich lange Zeit, während der gewöhnliche Eisenvitriolentwickler mindestens alle drei Tage frisch bereitet werden mufs.

4. Der Verstärker.

Das durch Entwickler hervorgerufene Bild ist in den meisten Fällen noch zu flau, um direct druckbar zu sein, es mufs daher durch Verstärker dicker gemacht werden. Das Princip der Sache ist Seite 39 auseinandergesetzt.

Als hauptsächlichsten Verstärker bedient man sich einer Mischung von einer sauren Silberlösung mit einer reducirenden Flüssigkeit. Als letztere ist sehr allgemein eine Pyrogallussäure-Auflösung beliebt, sie arbeitet bei Gegenwart von Säure langsam, reinlich und giebt eine „dichte Decke". Sie hält sich jedoch gleich dem Entwickler, im Wasser gelöst, nur kurze Zeit, indem sie Sauerstoff absorbirt und braun wird. Die alkoholische Lösung hält sich dagegen jahrelang. Da das Abwägen der Pyrogallussäure weniger bequem ist, als das Abmessen einer abgestimmten Lösung, stellen wir letztere in Vorrath dar, indem wir

1 Theil Pyrogallussäure in
10 Theilen Alkohol

lösen und filtriren. Diese Lösung hält sich gut verkorkt unbegrenzte Zeit. Behufs des Gebrauchs verdünnen wir 4 Cubikcentimeter dieser Lösung auf 100 Cubikcentimeter mit Wasser. Diese wird unmittelbar vor der praktischen Anwendung mit dem gleichen Volumen der folgenden Silberlösung gemischt:

2	Theile	Silbersalpeter,
3	-	Citronensäure,
100	-	Wasser.

Diese Lösung hält sich 14 Tage.

Im Sommer, oder wenn die Pyrogallussäure (wo das zuweilen vorkommt) rascher reducirend wirken sollte, nehme man statt 3 Theile lieber 4 Theile Citronensäure. Im Winter kann man die Menge derselben, falls die Reduction zu langsam gehen sollte, auf 1 Theil herabsetzen. Für Reproductionen in Stichmanier nehme man den Verstärker möglichst sauer, um die Linien klar zu erhalten.

Ebenso empfehlenswerth als die Pyrogallussäure ist der Eisenverstärker. Er giebt zwar in der Hand des Ungeübten leicht Flecke, hat aber den Vortheil, kein Abspülen der Platte vor dem Verstärken nöthig zu machen und bei richtiger Mischung rascher zu arbeiten.

Man nimmt dazu den gewöhnlichen Entwickler (siehe oben) und versetzt ihn mit gleichviel von folgender citronensaurer Silberlösung:

2	Theile	Silbersalpeter,
3	-	Citronensäure,
2—3	-	Alkohol,
100	-	Wasser.

Die zahlreichen, sonst empfohlenen Verstärkungsfluida (s. S. 40) können wir hier nicht empfehlen; sie haben mancherlei interessante Seiten, sind jedoch praktisch noch nicht so bewährt, als die vorhergehenden. Auf einzelne, für specielle Felder der Photographie von Werth erscheinende, soll später noch eingegangen werden.

5. Fixage.

Aus dem entwickelten und verstärkten Bilde mufs das lichtempfindliche Material, Jodsilber und Bromsilber entfernt werden, einerseits um die Platte durchsichtiger zu machen, andererseits um sie vor weiterer Veränderung durch das Licht zu schützen; dazu dient entweder eine Lösung von

	1	Theil	unterschwefligsaurem Natron (Fixirnatron) in
	4—5	-	Wasser
oder	1	-	Cyankalium in
	25	-	Wasser.

Die Fixirnatronlösung hält sich mehrere Tage. Die Cyankaliumlösung zersetzt sich jedoch schnell und geht in ameisensaures Kali über. Ueber die chemischen Principien des Fixirprocesses s. S. 81 u. 84.

Wir bedienen uns für Arbeiten im Atelier, wo Waschwasser in hinreichendem Mafse zur Disposition steht, des Fixirnatrons, zu Arbeiten im Freien, auf Reisen jedoch des Cyankaliums. Letzteres wirkt ebenso leicht auflösend auf das Silber des Bildes (s. S. 81) und zerstört daher, wenn man es nicht sofort abwäscht, leicht die zarteren Halbtöne des Bildes. Es bietet jedoch den Vortheil, durch Kosten des letzten Tropfens ablaufenden Waschwassers zu erkennen, ob die Platte sorgfältig gewaschen ist oder nicht (s. unten).

6. Lack.

Das gefertigte Bild bedarf zum Schutz vor mechanischer Verletzung eines Ueberzuges. Als solchen benutzte man früher eine concentrirte Gummiarabicum-Lösung. Diese ist ausreichend, falls man nur eine kleine Zahl Abzüge von der Platte fertigen und diese nicht lange aufbewahren will. Für die Platten, die länger aufbewahrt werden sollen, empfiehlt sich aber statt dessen eine alkoholische Harzlösung, die der Hauptsache nach aus Schellack besteht. Es giebt fast ebensoviel Lackrecepte als Collodionrecepte und pflegt man jetzt meistentheils den Negativlack fertig zu kaufen.

Für Diejenigen, welche ihn selbst bereiten wollen, empfehlen wir folgendes Recept:

3	Theile	weifser Schellack,
3	-	Sandarak,
40	-	Alkohol von 95°.

Grafshoff empfiehlt in seinem vortrefflichen Werkchen über Retouche folgenden Lack:

$2\frac{1}{2}$	Theile	Sandarak,
$\frac{1}{2}$	-	Kampher,
1	-	venetianischer Terpenthin,
$\frac{3}{4}$	-	Lavendelöl,
15	-	Alkohol.

Der Zusatz von Terpenthin und ätherischem Oel bewirkt mehr Zähigkeit. Dieser schellackfreie Firniſs ist vortrefflich zur Negativretouche mit Bleistift. An sich ist er oft zu dick, er wird dann mit Alkohol von 95° passend verdünnt. Zuweilen greift der Lack die Collodionschicht beim Firnissen an, dies verhindert man durch Zusatz von 1 Proc. Wasser.

7. Glasplatten.

Glasplatten dienen als die wichtigsten Unterlagen in dem Collodionnegativproceſs, als die Träger des Collodionhäutchens; sie werden in der Photographie in riesigen Quantitäten verbraucht und erfordern mit Rücksicht auf die Subtilität des Processes einige Vorbereitungsarbeiten, ehe sie photographisch brauchbar sind. Bedingung ihrer Anwendbarkeit ist

a. Möglichst vollkommene Durchsichtigkeit, damit sie beim Copirproceſs dem Lichte den Durchgang gestatten. Die weiſse, schlierenlose Platte wird hier stets den Vorzug verdienen vor grünlichem, blasigen Glase.

b. Ebenheit. Unebene Glasplatten legen sich schlecht an die Bildebene in der Camera, noch schlechter in den Copirrahmen. Hier zerbrechen sie leicht.

c. Glätte und Reinheit der Oberfläche. Gewöhnlich findet man zweierlei Sorten photographisches Glas in dem Handel: sogenanntes rheinisches Glas und Spiegelglas; ersteres ist eine mehr grünlich erscheinende, nicht immer ebene und glatte Sorte, die wie Fensterglas geblasen und gestreckt wird. Das zweite ist gewöhnlich auch geblasenes Glas, welches nachher abgeschliffen und dadurch eben gemacht worden ist.

Für kleinere Bilder reicht das gewöhnliche rheinische Glas aus, namentlich wenn der Fabrikant auf photographische Anforderungen Rücksicht genommen und das Glas möglichst gut gestreckt und möglichst reinlich aufbewahrt hat.

Verlangt man jedoch sehr ebene Platten, so bedient man sich des allerdings viel theureren Spiegelglases, so bei groſsen Aufnahmen, bei mathematisch genauen Reproductionen etc. Zu beachten ist noch die Eigenschaft der Glasoberfläche. Das gewöhnliche rheinische Glas ist härter als Spiegelglas, daher mechanischen und chemischen Wirkungen nicht so leicht ausgesetzt. Chemischen Wirkungen leisten Gläser bei Weitem weniger Wiederstand als man gewöhnlich annimmt. Pulverisirtes Glas giebt beim Kochen mit Wasser beträchtliche Quantitäten von Salz ab. Ja beim Verdunsten einer kleinen Portion destillirten Wassers auf einer Glasplatte bemerkt man zuweilen ein Angreifen derselben. Noch übler wirken Salzlösungen. Daher findet man so häufig, daſs an Gläsern eingetrocknete Wasser-

tropfen und Salzlösungen unvertilgbare Flecke hinterlassen. Höchste Sauberkeit ist demnach beim Behandeln der Glasplatten Bedingung.

Meistentheils kauft der Photograph die Platten in passend zugeschnittenen Mafsen und nicht selten werden sie, getrennt durch Stücke Druckpapier, versendet. Dieses sollte vermieden werden, denn die Druckerschwärze läfst leise Fettspuren an der Platte zurück und man erkennt oft die ganze Schrift, wenn man auf die Platte haucht. Als Zwischenlage empfehlen sich Fliefspapierstreifen.

Wichtig ist die sogenannte Bekantung. Die scharfen Kanten und Ecken der frisch geschnittenen Platten würden nicht nur Putzlappen, sondern auch die Hände der Photographen ruiniren. Man schleift sie daher ab, entweder mit Hülfe einer flachen Feile, oder indem man zwei Platten mit den Kanten übereinander reibt. Die herumfliegenden Splitter wische man sofort herunter, sie geben sonst leicht Veranlassung zur Entstehung von Ritzen im Glase.

Man überzeugt sich vorher, ob sämmtliche zugeschnittenen Glasplatten auch richtig in die Cassette passen.

Sämmtliche Platten bedürfen einer ziemlich umfassenden und sorgfältigen Reinigung, die theils chemischer, theils mechanischer Natur ist.

Die frische Platte taucht man ein paar Stunden entweder in eine Mischung von

1 Theil roher Salpetersäure und
1 - Wasser,

die in einer Glasschale aufbewahrt wird, oder in eine Mischung von

1 Theil saurem chromsaurem Kali,
1 - engl. Schwefelsäure,
12 - Wasser.

Letztere Mischung hat Lea empfohlen, sie wirkt sehr energisch zerstörend auf die organischen Substanzen. Man achte jedoch darauf, dafs bei ihrer Anwendung sich öfter Chromalaunkrystalle ausscheiden und sich auf die Platte setzen, dann ist die Mischung unbrauchbar geworden und mufs neu angesetzt werden. Wir bedienen uns gewöhnlich der Salpetersäure.

Will man eine eben gekaufte Platte sofort benutzen, so überreibe man sie auf beiden Seiten sorgfältig, Strich an Strich mit einem in die Säure getauchten Lappen, lasse sie einige Minuten stehen und wasche sie dann tüchtig mit Wasser, indem man mit dem Handballen gehörig nachreibt. Die gut gewaschene Platte wird dann 5 Minuten zum Ablaufen auf reinliches Fliefspapier schief gestellt und dann auf beiden Seiten mit einem ganz reinen, einzig und allein für diesen Zweck bestimmten, sorgfältig zu verwahrenden Handtuch auf beiden Seiten trocken gerieben.

Manche Operateure empfehlen Reinigung der rohen Platten mit Aetzkali oder Cyankalium. Man verreibt eine Lösung der Salze (ungefähr 1 zu 10) tüchtig mit einem Leinwandlappen auf der Platte, nachher wäscht und trocknet man die Platte wie oben.

Solcher gewaschenen Glasplatten müssen vor Beginn jeder photographischen Arbeit eine Anzahl vorhanden sein.

Man führe diese Vorreinigung der Platten mit gröfster Sorgfalt aus. Eine nicht sorgfältig vorgereinigte Platte ist durch Putzen mit Lederballen nimmermehr rein zu bekommen.

Man unterlasse nie, auch die rauhen Kanten der Platte zu reinigen. Gewöhnlich wird dies übersehen und giebt dann Veranlassung zur Entstehung von Schmutzkanten auf den Bildern.

Zweiter Abschnitt.

Die photographischen Operationen.

Sind die in dem vorhergehenden Capitel eingehend beschriebenen photographischen Vorbereitungsarbeiten im Laboratorium und im Atelier getroffen, so kann die Ausübung des Processes beginnen. Vorher aber überzeuge man sich, dafs nichts fehlt.

Nichts passirt namentlich Anfängern häufiger, als dafs sie eins oder das andere vergessen. Sie haben eine Platte geputzt, collodionirt, sensibilisirt, exponirt, und nachher fehlt es ihnen am Entwickler, das Bild hervorzurufen, oder dieser war vielleicht vorhanden, und es fehlte an reinlichen Gläsern, am Verstärker. Natürlich trocknet die Platte zusammen, ehe diese Sachen herbeigeschafft sind, und die vorhergegangenen vier oder fünf Operationen sind in solchem Falle völlig vergeblich.

Noch nothwendiger ist aber eine solche vorhergehende strenge Controlle, wenn es sich um Portraitphotographie handelt. Hier tritt neben dem Photographen noch das aufzunehmende Modell in Mitleidenschaft. Dieses mufs die ungemüthliche Operation des Posens, Kopfhalteranlegens, Stillhaltens noch einmal in Folge der Schuld des Photographen durchmachen — und das ist ein für allemal kein Vergnügen und nicht geeignet, das Publicum zu fesseln.

Die erste Arbeit bei Ausführung einer photographischen Aufnahme ist die Herstellung einer rein geputzten Glasplatte.

1. Das Putzen.

Wir setzen das Vorhandensein in die Cassette richtig passender und gehörig durch Säure, Waschen und sorgliches Abtrocknen vorgereinigter Glasplatten voraus (s. o.). Man prüfe dieselben durch Anhauchen auf beiden Seiten. Die geringsten Ungleichheiten in der Oberfläche offenbaren sich hierbei sofort durch ungleiches Anlegen des Hauches.

Erscheinen beide Seiten gleich rein, so wähle man die glatte Seite als die weiter zu bearbeitende. Man findet nämlich bei gewöhnlichem rheinischen Glase zwischen den beiden Seiten Ungleichheiten. Die eine Seite, welche im Streckofen unten gelegen hat, erscheint wie mit feinen Punkten besäet, die andere ist glatter. Natürlich braucht

nur eine Seite fertig geputzt zu werden, da nur eine collodionirt wird. Man halte die andere jedoch reinlich, um nicht durch daran haftenden Schmutz später das Silberbad zu verunreinigen.

Die erste Arbeit des Reinputzens besteht im Vorputzen mit Hauch und völlig reinem, nur zu diesem Zweck dienenden Handtuch. Man breite das Handtuch auf einen reinlichen Tisch aus, lege die Platte auf, halte sie an einer Ecke mit dem Tuchzipfel (nicht mit den Fingern) fest, hauche auf die Oberfläche und reibe alsdann mit dem andern Handtuchende, das zu einem Ballen geformt ist.

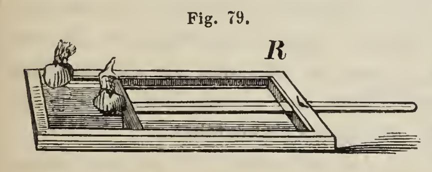
Hauptbedingung: Rein gewaschene Hände und reines, nur mit Soda gewaschenes Handtuch. Nach einmaligem Ueberreiben der ganzen Platte (Kanten und Ecken nicht zu vergessen) prüfe man den Erfolg der Operation durch Hauch und Beobachtung im reflectirten Licht. Sind noch Ungleichheiten vorhanden, so bearbeite man die betreffenden Stellen weiter mit Hauch und Handtuch. Verschwinden sie dann noch nicht, so ist die Platte schlecht vorgereinigt. Man bringe sie dann zurück in die Säure.

Es ist völlig nutzlos, eine Platte, welche mit Hauch und Handtuch nicht rein zu putzen ist, nachträglich mit Lederballen zu behandeln. Letzterer dient nur zur Herstellung einer feineren Politur.

Man prüfe stets den Erfolg jeder einzelnen Putzoperation durch Anhauchen.

Zeigt sich die Platte homogen, so gebe man ihr die schliefsliche feinere Politur mit dem Lederballen. Man lege sie auf den Putzrahmen *R* (Fig. 79), der je nach der Plattengröfse durch Schrauben stellbar ist, träufele etwas starken Alkohol darauf, verreibe diesen rasch mit dem ersten Ballen gleichmäfsig über der ganzen Platte, und darauf polire man mit dem zweiten Lederballen nach. Die Platte ist vollendet, wenn sie den Hauch gleichmäfsig mit blauer Farbe annimmt.

Fig. 79.



Manche nehmen statt des Alkohols altes Collodion; es entfernt vermöge seines Aethergehalts sehr leicht die letzten Spuren Fett.

Das Putzen ist eine Operation, die mit Kritik, Geschick und Vorsicht verrichtet werden mufs. Anfänger fehlen gewöhnlich dadurch, dafs sie ungenügend vorgereinigte (gesäuerte und gewaschene) Platten mit Lederballen rein putzen wollen, was natürlich vergebliche Arbeit ist. Ebenso häufig wird durch Unreinlichkeit der Hände, der Handtücher und der Putzlappen gefehlt.

Die Fälle, wo der schmutzige Rockärmel über die schon rein geputzte Platte Streifen zieht, kommen täglich vor. Viele vergessen auch das sorgfältige Reinigen der Kanten und Ecken.

Sehr grofse Platten pflegt man felderweise zu putzen. Man bearbeitet nach dem Vorputzen mit dem Handtuch, so gut es geht, die ganze Platte mit breiten Lederballen, prüft durch Hauch und bearbeitet die noch unrein erscheinenden Stellen für sich.

Schon gebrauchte Platten werden, falls sie lackirt sind, in Sodalösung gelegt. Nach einigen Stunden ist hier der Ueberzug heruntergeweicht. Man wäscht sie dann mit Wasser, nachher mit ein wenig Säure, dann wieder mit Wasser, und behandelt sie dann wie oben. Sind die Platten eben gebraucht worden und noch nafs, so kann man die Collodionhaut herunterwischen, tüchtig waschen und dann gleich wieder verwenden. Platten, auf denen das Collodion festgetrocknet ist, legt man in die Säure. Sehr alte, öfter benutzte Platten sind schliefslich durch kein Mittel mehr rein zu bekommen; noch mehr werden mechanisch durch Glasritzen verdorben, z. B. beim Einlegen der Platten in die Säure, beim flachen Hinlegen der Platten auf den Tisch etc. (letzteres sollte nie geduldet werden). Jene Mittelchen, welche man empfiehlt, um das Putzen zu erleichtern, wie Jodtinctur statt des Alkohols, und ähnliche, mögen in Ausnahmefällen gute Dienste leisten, für gewöhnlich rathen wir nicht zu ihrem Gebrauch.

2. Das Abstäuben.

Gewöhnlich wird die Platte beim Putzen mit dem Lederlappen electrisch; sie zieht eine Menge Staub und Fasertheilchen an, die das aufgegossene Collodion und später das Silberbad total verunreinigen würden. Man läfst dashalb die frisch geputzte Platte auf dem Plattenständer einige Minuten stehen. Dabei verliert sie bald ihre Electricität. Zum Schlufs stäubt man sie ab, indem man sie gleichmäfsig vorn und hinten in Kanten und Ecken mit einem sehr reinlich zu haltenden Kameelhaarpinsel (dem Abstäuber) überfährt.

Am besten hält man die Platte hierbei senkrecht mit der linken Hand an einer Ecke. Den Abstäuber lege man nie auf den Tisch, sondern hänge ihn an einem Nagel auf. Das Abstäuben geschieht am besten in dem Raume neben dem Dunkelzimmer.

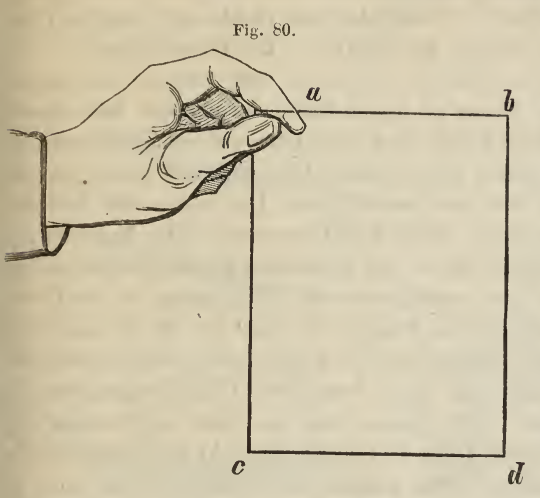
3. Das Collodioniren.

Das gleichmäfsige Ueberziehen einer Platte mit Collodion ist eine Operation, die erst nach einiger Uebung gelingt. Anfänger lernen dieselbe am besten, wenn sie mit altem, unbrauchbar gewordenen Collodion auf schlechten Glasplatten Giefsproben machen.

Man halte die Glasplatte (Fig. 80) erst völlig horizontal an der einen Ecke links oben (*a*), dann giefse man mit der rechten Hand auf die Mitte eine ziemlich grofse Menge Collodion, welches Anfangs als Kreis sich nach allen Seiten verbreitet. Hat man genügend aufgegossen, so neige man die horizontale Platte ganz leise, so dafs

das Collodion erst nach Ecke *b*, dann nach der Anfafsecke *a*, später nach *c* und endlich nach *d* fliefst. Dann kippe man langsam, indem man die Platte in ihrer Ebene um *d* dreht. Unter *d* halte man alsdann den Hals der geöffneten Collodionflasche und lasse den Ueberschufs des Fluidums ablaufen. Inzwischen bringe man die Platte allmählich unter fortwährendem Drehen in die verticale Lage. Das Collodion verdunstet nämlich beim Ablaufen und würde, falls die Drehung nicht stattfände, in Streifen in der Ablaufsrichtung (diagonal) auftrocknen. Das Drehen geschieht stets in der Ebene der Platte.

Fig. 80.



Wichtig ist ferner, dafs das Collodion nicht auf die Rückseite der Platte fliefse, es veranlafst sonst auf der Vorderseite durch Abkühlung ein ungleiches Trocknen, und verunreinigt auch das Silberbad durch sich ablösende Häutchen. Ebenso wichtig ist, dafs die ätherische Flüssigkeit nicht den Finger berühre, sie löst sonst aus demselben Fetttheilchen auf, die dunkle Streifen veranlassen.

Man hält die Platte in ununterbrochener Drehung, während man inzwischen die Collodionflasche zustöpselt. (Von Anfängern stets vergessen.)

Für sehr reinliche Arbeiter empfehlen wir das von der Platte ablaufende Collodion in einer separaten Flasche aufzufangen; dies verhindert die Verunreinigung des Collodionvorrathes durch etwa von der Platte zurückfliefsenden Staub etc.

Sobald das Collodion dicker wird, und der letzte Tropfen abzulaufen aufhört, sei man aufmerksam. Ist der untere Rand an der Ablaufecke gerade so fest geworden, dafs er in Lappen reifst, so ist der Moment da, wo die Platte sofort in's Silberbad getaucht werden mufs. Taucht man sie zu zeitig ein, so wird die Schicht zu mürbe und geht später beim Waschen herunter. Taucht man sie zu spät ein, so sensibilisiren die zu trocken gewordenen oberen Theile gar nicht oder nur oberflächlich, es entsteht ein (schon beim Silbern sichtbar werdender) Trockenrand. Natürlich zeigt dieser sich an den oberen Kanten der Platte, welche am dünnsten sind.

Etwas schwieriger ist das Giefsen grofser Platten. Diese lassen sich nur schwer an einer Ecke halten. Man unterstützt sie in der Mitte durch eine Flasche mit Kork.

Pneumatische Halter empfehlen wir nicht; sie versagen öfter ihren Dienst, und der Verlust der Platte ist die Folge davon.

Gröfsere Platten silbern sich auch sehr bequem auf einem Handtuch. Man legt dieses zu einem Ballen zusammen, fafst diesen von unten mit der linken Faust, legt die Platte auf das Handtuch und giefst wie oben. Es gehört eine gewisse Balancirkunst dazu, um das Ablaufen und Drehen wie oben auszuführen. Die ersten drei bis vier Platten fallen dem Anfänger dabei leicht herunter. Die Methode gestattet aber das Präpariren bis in die äufsersten Ecken hinein und ist für grofses Format sehr empfehlenswerth. Bedingung ist, die Platte auf der Rückseite nicht mit den Fingern zu berühren, da sie sich sonst an dieser Stelle stärker erwärmt und in Folge dessen stärker eintrocknet. Man hat auch besondere Collodiongiefsflaschen construirt. Bei diesen wird der Hals durch einen eingeschliffenen Helm *k* (Fig. 81) bedeckt und immer staubfrei gehalten. Das abfliefsende Collodion fängt man in dem Trichter *b* auf, es läuft dann durch ein seitlich angebrachtes Loch in das Gefäfs *a*.

Fig. 81.



Das Sensibilisiren.

Schon ehe man mit dem Collodioniren beginnt, mufs das Silberbad, welches zum Sensibilisiren dient, zum Gebrauche bereit stehen, denn oben haben wir ausdrücklich betont, dafs das Eintauchen der Platte, sobald sie den richtigen Trockenheitsgrad erreicht hat, sofort erfolgen mufs. Jeder Zeitverlust stellt den Erfolg in Frage. Das Sensibilisiren bezweckt die Umwandlung der im Collodion enthaltenen Jodmetalle in Jod- und Bromsilber. So einfach dieser Zersetzungsprocefs ist, so bestehen doch einige mechanische Schwierigkeiten, wenn es sich um Herstellung einer völlig homogenen Schicht dieser Salze handelt. Die Collodionhaut ist alkoholisch, das Silberbad wässerig. Beide stofsen sich daher fast wie Fett und Wasser Anfangs ab, und es hat deshalb einige Schwierigkeit, ein vollkommen gleichmäfsiges Ueberfliefsen der wässerigen Silberlösung über die alkoholische Collodionhaut zu erzielen. Folge davon sind die Sensibilisationsstreifen an allen Punkten, wo eine Verzögerung oder ein Hindernifs bei dem Ueberfliefsen eintritt. Man sucht nun diesen Mangel durch verschiedene Sensibilisationsmethoden zu umgehen. Wir beschreiben zuerst

a) Das Silbern in Cuvetten.

Die Cuvette ist ein schmaler, in ihrer Form der Platte entsprechender Glastrog *a* (Fig. 82), in welchen die Silberlösung ein-

filtrirt wird. Man setzt ihn gewöhnlich in einen schmalen, ähnlich geformten schiefstehenden Holzkasten *K* mit geschlitztem Deckel *B* (Fig. 83). Die Glaswände müssen gewölbt sein, um Reibungen der zarten Collodionhaut zu verhüten.

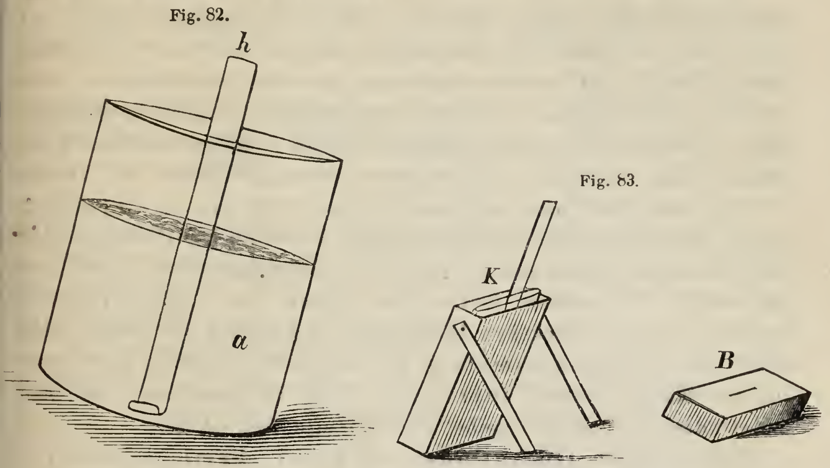


Fig. 82. Fig. 83.

Porzellan-Cuvetten sind weniger empfehlenswerth; sie sind undurchsichtig, gestatten also nicht so leicht eine Controlle der Reinlichkeit der Flüssigkeit, abgesehen von dem zuweilen erfolgenden Abblättern der Glasur.

Guttapercha-Cuvetten wirken bei längerer Dauer vermöge der darin enthaltenen harzigen organischen Substanzen verändernd auf die Silberlösung.

Um das Eintauchen zu bewirken, bedient man sich eines Tauchers oder Hakens *h* (Fig. 82) von Glas oder Silberdraht mit umgebogenem Ende, welches als Lager für die Platte dient. Glashaken zerbrechen leicht. Am besten sind Silberdrahthaken.

Guttaperchahaken empfehlen wir nicht, sie enthalten oft harzige Bestandtheile, die verändernd auf das Silberbad wirken.

Will man sich der Guttapercha-Geräthschaften oder der neuen Cartondurci-Cuvetten durchaus bedienen (sie sind wegen ihrer Haltbarkeit von Vortheil für reisende Photographen), so lasse man das Silberbad nicht länger damit in Berührung, als eben nöthig, und spüle sie häufig.

Behufs des Silberns lege man die Platte auf den herausgenommenen Haken, die Fingerecke *a* (siehe Fig. 80), an welcher man die Platte beim Collodioniren gehalten hat, nach unten, und senke den Haken, ohne anzuhalten, nieder. Jede Unterbrechung der Bewegung erzeugt helle Sensibilisationsstreifen, die wagerecht über die Platte laufen und beim Entwickeln sichtbar werden.

Die alkoholische Collodionschicht stöfst Anfangs die wässerige Silberlösung ab, und letztere läuft förmlich in Fettstreifen ab, wenn man die Platte nach kurzer Zeit herauszieht.

Man bewegt die Platte auf und ab so lange, bis bei wiederholtem Nachsehen diese fettigen Streifen völlig verschwunden sind, erst dann darf die Platte zur Exposition gebracht werden. Bei concentrirten Bädern und warmer Witterung geht das Sensibilisiren rasch vor sich, bei verdünnten Bädern und niederer Temperatur langsam. Eine zu früh zur Exposition gebrachte Platte zeigt an Stelle der Fettstreifen beim Entwickeln unvertilgbare schwarze Linien und Flecke.

Die aus dem Bade genommene Platte setzt man in derselben Lage, wie man sie herausgenommen hat, auf reinliches Fliefspapier zum Abtropfen, indem man sie gegen eine Holzwand lehnt. Inzwischen legt man in die unteren Ecken der vorher rein ausgewischten Cassette ein paar Stückchen Fliefspapier und darauf die Platte. Man achte, dafs sie gleichmäfsig auf den Silberecken aufliege, und die Kante, welche ursprünglich (beim Herausnehmen aus dem Bade) unten war, unten bleibe, und schliefse das Ganze.

Sämmtliche Operationen sind bei chemisch unwirksamem gelben Lichte auszuführen. Auch vermeide man helles Gaslicht in zu grofse Nähe der Platte zu bringen.

Höchste Reinlichkeit der Hände und der sämmtlichen Gegenstände, welche der Platte als Lager dienen, ist unerläfsliche Bedingung.

Man nehme das Silbern an einem Tisch vor, auf welchem aufser Collodion keine weiteren Chemicalien geduldet werden, und vermeide vor allem Fixirnatron.

b) Das Silbern in Schalen.

Dieses hat den Vortheil, dafs man mit einer bedeutend geringeren Silberbadquantität ausreicht, dagegen den Nachtheil, dafs das Bad vor jeder Platte ein Abschäumen nöthig macht und nach dem Gebrauch ausgegossen werden mufs, während es in der Cuvette vorräthig gehalten werden kann.

Das Silbern in Schalen empfiehlt sich mehr für Liebhaber und kleinere Geschäfte, als für gröfsere Ateliers.

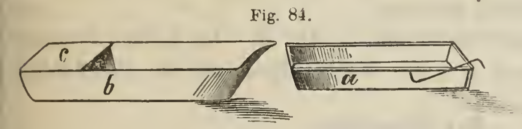
Man hat die Schalen aus denselben Materialien, wie die Cuvetten: Glas, Porzellan, Guttapercha und Carton. Wir ziehen die Glasschalen (s. Fig. 84, *a*) für Negativbäder allen anderen vor.

Behufs des Silberns in Schalen filtrirt man eine Quantität Bad hinein, so dafs es ungefähr $\frac{1}{4}''$ hoch steht, schäumt ab, indem man so lange Schreibpapierstreifen über dieselbe hinwegzieht, bis diese schmutzfrei erscheinen, und stellt alsdann die collodionirte Platte mit der an der Anfafsecke liegenden Langseite nach unten senkrecht

in die Schale, so dafs die Rückseite der Platte den Bord der Schale berührt. Mit gleichmäfsiger Bewegung senkt man dann die Platte nieder, so dafs sie vollständig eintaucht. Die Collodionschicht liegt bei dieser Eintauchmanier nach unten.

Man fafst die obere Kante der Platte mit einem Silber- oder Hornhäkchen (s. Fig. 84, *a*), bewegt sie wiederholt auf und nieder, bis, im reflectirten gelben Licht besehen, die Fettstreifen völlig verschwunden sind, nimmt sie schliefslich in senkrechter Lage heraus und läfst auf Fliefspapier abtropfen.

Fig. 84.



Ist die Quantität der Flüssigkeit zu gering, so sammeln sich Luftblasen unter der Platte und bewirken beim Entwickeln erscheinende runde Flecke.

Bei dieser Silberungsmethode geht die Ausgleichung zwischen der wässerigen Silberlösung und der alkoholischen Collodionschicht etwas schwerer vor sich, als in der Cuvette, und leicht bilden sich namentlich bei gewissen Collodionsorten hierbei schlierige Streifen.

In solchen Fällen ist die Eintauchmethode der Collodionschicht nach oben vorzuziehen.

Für diese Manipulation ist eine reichliche Quantität Bad nöthig. Man setzt die Platte, wie oben, senkrecht hinein, giebt aber zu gleicher Zeit der Schale eine passende Bewegung, um das rasche und unaufhaltsame Ueberfliefsen des Bades zu befördern. Verabsäumt man dieses, so bilden sich hierbei leicht krumme Sensibilisationsstreifen.

Bei dieser Silberungsmanier geht der Austausch der Fluida sehr rasch von Statten, indem der leichtere Alkohol nach oben steigt. (Liegt die Collodionschicht unter dem Glase, so wird dieses Emporsteigen des Alkohols natürlich erschwert.) Man bewegt die Schale, bis die Fettstreifen völlig verschwunden sind, dann hebt man die Platte mit rascher Bewegung heraus, um etwaige herumschwimmende Theilchen (Collodionhäute etc.), die sonst auf der Platte liegen bleiben würden, herabzuschwemmen. Im Uebrigen verfährt man wie oben.

Diese Tauchmanier erfordert mehr Uebung, als die vorher geschilderten, giebt aber in der Hand des geschickten Operateurs die reinsten Platten. Sie ist für grofse Platten sehr allgemein im Gange.

Um das Eintauchen zu erleichtern, hat man halb bedeckte Schalen eingeführt. Man kann diese senkrecht aufkippen, so dafs das Bad sich in dem halbbedeckten Theil *b* sammelt, die Platte auf den Boden legen und durch rasches Niederkippen das gleichmäfsige Ueberfliefsen des Bades bewirken. Man sorge dafür, dafs die erste

Welle des Bades in ihrer kräftigsten Bewegung zuerst über den alkoholreichsten dicksten Theil der Collodionschicht fliefst, weil hier die Abstofsung der Flüssigkeiten am stärksten ist.

In Bezug auf Ablaufenlassen der Platte vor dem Einlegen in die Cassette verfahre man wie oben.

Bäder in Schalen schäume man vor Präparation jeder Platte ab und halte sie sorgfältig bedeckt.

Die beste Temperatur des Bades ist 15° R. Im heifsen Sommer setzt man die Bäder gern in kalte Wasserkübel, um sie abzukühlen.

Das Exponiren.

Ehe man die Cassette mit der Platte in die Camera schiebt, werfe man noch einen Blick auf den aufzunehmenden Gegenstand und auf das Bild auf der matten Scheibe, überzeuge sich, dafs beides in Ordnung sei, dann wechsle man Scheibe und Cassette, indem man Sorge trägt, den Apparat selbst dabei auch nicht im Geringsten zu verrücken. Mit gleicher Vorsicht öffne man den Schieber der Cassette, decke (namentlich für lange Exposition) ein schwarzes Tuch über und öffne das Objectiv. Auch hierbei vermeide man jede Erschütterung des Apparates.

Wie lange soll ich exponiren? ist eine stehende Frage aller Anfänger (zuweilen sind auch Geübte im Zweifel).

Die Expositionszeit richtet sich nach der chemischen Intensität des Tageslichtes, nach der Helligkeit des Gegenstandes, welcher aufgenommen werden soll, nach der Lichtstärke des Objectivs und der Gröfse der eingesetzten Blenden.

Es sind also hier vielerlei Umstände zu gleicher Zeit zu berücksichtigen. Den besten Anhaltspunkt giebt die Erfahrung und das einzige Kriterium, welches Photographen anwenden, ist die Musterung des Bildes auf der matten Scheibe. Jenachdem dieses (nach vollständiger Scharfeinstellung und Abblendung) mehr oder weniger hell erscheint, exponiren sie mehr oder weniger lange.

Für Portraitphotographen wie Landschafter möge hier auf die ungeheuren Unterschiede der chemischen Lichtintensität in den verschiedenen Jahreszeiten aufmerksam gemacht werden. Am 21. December Mittags 12 Uhr ist bei heiterem Himmel die chemische Lichtintensität nicht stärker, als am 21. Juni Abends 6½ Uhr (s. S. 142 u. s. f.) Aehnliche Unterschiede ergeben sich in den einzelnen Monaten. Das Studium der chemischen Meteorologie (s. den ersten Theil) ist daher ein Gegenstand von keineswegs untergeordnetem Interesse.

Beim Exponiren achte man ferner auf vollkommenste Ruhe des Apparates (Hin- und Herlaufen vermeide man) und auf Schutz des Objectivs vor fremdem Licht. Ein dasselbe umgebender Kasten, der an der Camera befestigt ist oder auf dem Stativ aufruht

und innen geschwärzt ist, erfüllt diesen Zweck. Diese Vorsicht ist hauptsächlich nöthig bei den der Sonne ausgesetzten Ateliers und bei Arbeiten mit vielem Oberlicht. Beim Hantiren mit der Cassette achte man darauf, dafs sie ihre senkrechte Lage annähernd beibehält. Man bedenke, dafs die eingelegte Platte nafs ist, dafs die Silberlösung auf derselben langsam herabfliefst, sich am unteren Theil der Platte resp. Cassette als Flüssigkeitswulst ansammelt. Kehrt man die Cassette um, so läuft diese unten angehäufte Flüssigkeit über die Platte zurück und erzeugt gewöhnlich Streifen.

Hauptsache ist rasches Operiren. Die feuchte Platte dauert, namentlich in der Hitze, nur kurze Zeit und trocknet leicht ein. Daher müssen die Arrangements im Atelier schon vor dem Präpariren der Platte getroffen sein, damit die einzelnen Arbeiten rasch und präcis auf einander folgen können.

Die Entwicklung.

Die belichtete Platte wird in das Dunkelzimmer gebracht und vorläufig immer in der ursprünglichen senkrechten Lage hingestellt. Nachdem man sich überzeugt hat, dafs Entwickler, Verstärker, Fixage und reinliche Gläser vorhanden sind, und das Zimmer nicht zu grell erleuchtet ist, nimmt man die empfindliche Platte vorsichtig heraus und fafst sie so, dafs sie gegen die Kante hin, welche in der Cassette unten stand, geneigt ist. Man wird leicht beobachten, dafs an diesem unteren Rande ein Flüssigkeitswulst sitzt. Dieser darf nun, auch wenn die Cassette nicht absolut rein war, nicht über die Platte zurücklaufen, er verursacht sonst Streifen oder Flecken (siehe oben). Man giefst daher den Entwickler auf die entgegengesetzte obere Kante gleichmäfsig auf, so dafs er mit einem Schlage die ganze Platte bedeckt; ein Theil desselben fliefst dann an der entgegengesetzten tieferen Seite herab und schwemmt die dort angehäufte Silberlösung weg.

Anfängern wird es schwer, den Entwickler, welcher als wässerige Flüssigkeit von der alkoholischen Collodionhaut nur schwer angenommen wird, gleichmäfsig über die ganze Platte aufzugiefsen; sie erhalten daher an den Stellen, wo die Entwicklerwelle stagnirt, blässere, deutlich abgegrenzte Partieen, die Entwicklungsstreifen, die durch nachträgliches Uebergiefsen mit dem Entwickler nicht vertilgt werden können.

Ebenso vermeide man das zu heftige Aufschlagen der Flüssigkeit auf die Collodionhaut, weil es gewöhnlich einen heller bleibenden Schein erzeugt. Durch das heftige Aufgiefsen wird nämlich die Silberlösung von den betreffenden Stellen fortgetrieben, ehe die Reduction beginnt, und dadurch das bilderzeugende Material an den betreffenden Stellen vermindert (siehe Theorie der Entwicklung, Seite 36 und 50). Auf-

giefsen des Entwicklers ist daher eine Arbeit, die man vorher üben mufs.*)

Ferner ist zu beachten, dafs die obere Kante, auf welche man die Platte giefst, den stärkeren Schlag des Entwicklers auszuhalten hat und daher widerstandsfähig sein mufs. Eben deshalb haben wir empfohlen, beim Silbern die dickere Schicht der Platte, d. h. die Ablaufseite nach oben zu stellen und sie in gleicher Lage in die Cassette zu legen. Wird sie dann in derselben Lage herausgenommen, so kommt sie, wenn man nach unserer Anweisung damit weiter manipulirt, gleichsam von selbst in die richtige Position.

Nach dem Aufgiefsen des Entwicklers erscheint das Bild. Kommt dieses sehr schnell zum Vorschein, so ist die Platte zu lange belichtet, im entgegengesetzten Falle zu kurz. Bei normaler Entwicklung erscheinen zuerst die hellsten Stellen, dann die weniger hellen, zuletzt die dunklen des Originals; bei einem Portrait z. B. zuerst die weifse Wäsche, dann das Gesicht, die Hände, die helle Weste oder Hose, die halbhellen Möbel, Decorationen, endlich der dunkle Rock. Man verfolgt dieses Erscheinen des Bildes aufmerksam, indem man den Entwickler nach allen Richtungen hinfliefsen läfst, auch zeitweise frischen nachgiefst, und achtet darauf, ob alle Details in den dunklen Theilen (Rockfalten und Stoffmuster bei Portraits, oder schattiges Blattwerk bei Landschaften) zum Vorschein kommen. (Natürlich mufs man die Details des Originals genau kennen, wenn man diesen Punkt richtig beurtheilen will.) Sind trotz langen Entwickelns die gewünschten Details in den dunklen Theilen nicht zum Vorschein gekommen, so ist die Platte zu kurz belichtet. Dieser Fehler wird durch keine der nachfolgenden Operationen verbessert.

Eine zu lange belichtete Platte zeigt in der Regel viel Details in den dunklen Theilen, es fehlen aber die die Schönheit eines Bildes bedingenden Contraste. Die Platte ist monoton und giebt auch solche Abdrücke.

Die Uebergänge von Licht in Schatten, die Halbtöne, sind bei einer zu kurz belichteten Platte in der Regel zu unsanft, oder wie der Photograph sagt, hart.

Ein Urtheil über die gute Qualität der Platte erwirbt man sich erst durch lange Erfahrung.

Ist das Bild ausentwickelt, so spült man den Entwickler herunter, und wäscht die Hinterseite der Platte mit der Hand. Nachher betrachtet man das Bild im durchfallenden Licht. Enthält es Fehler, so nehme man weiter keine Operation damit vor, sondern wasche die Schicht sorgfältig ab und benutze die Platte von Neuem. Zeigt es

*) Meine Schüler nehmen hierzu eine einfache trockne Glasplatte, die sie in der Entwicklungsmanier gleichmäfsig mit Wasser zu bedecken suchen.

sich aber klar und durchsichtig in den Schatten, detaillirt genug in den dunklen Partieen, sanft in den Halbtönen, scharf und fleckenrein, so nehme man die Verstärkung vor.

Die Verstärkung.

Diese wird gewöhnlich mit Pyrogallussäure-Lösung vorgenommen, der Geübtere kommt aber auch ohne dieselbe mit Anwendung des gewöhnlichen Eisenentwicklers zum Ziele.

Bei brillantem Licht geben manche Collodien ein Bild, welches schon im Entwickler hinreichend intensiv zum Vorschein kommt und dann keine Verstärkung nöthig macht. In den meisten Fällen wird man solche jedoch nicht entbehren können.

Behufs der Pyrogallussäure-Verstärkung gieſse man von der wässerigen Lösung derselben eine kleine Quantität in ein reinliches Gläschen, setze dazu ebensoviel citronensaure Silberlösung und gieſse die Mischung sofort auf die Platte, sorge durch passendes Kippen und Wippen dafür, daſs die Mischung nach allen Theilen der Platte gleichmäſsig flieſse und kein Punkt unbedeckt bleibe, und lasse nach einiger Zeit das Fluidum in das Verstärkungsglas zurücklaufen, indem man zu gleicher Zeit die Platte in durchfallendem Licht mustert. (Man lasse sich dabei von den auf der Glasseite befindlichen Flecken, welche man leicht mit dem Finger wegwischen kann, nicht irritiren.) Hat sie die für den Druck hinreichende Dicke (die Bestimmung derselben ist reine Erfahrungssache), so spüle man den Verstärker sofort ab. Andernfalls gieſse man ihn, falls er noch klar erscheint (Bräunung schadet nicht), wieder auf.

Trübt er sich, so spüle man ihn weg und gieſse eine frische Mischung von Pyrogallus und Silber auf.

Zuweilen bildet sich beim Verstärken in den Schatten ein bläulicher Niederschlag. In diesem Falle macht man die Verstärkungs-Silberlösung mehr sauer.

Nach vollendeter Verstärkung und Waschung ist die Platte fixirfertig.

Bei der Verstärkung mit Eisenlösung nehme man ungefähr gleich bis doppelt so viel citronensaure Silberlösung, als Eisenentwickler, mische beide und gieſse sie nach dem Entwickeln auf die nicht gewaschene Platte.

Die Verstärkung geht rasch und ebenso bequem, als mit Pyrogallussäure. Unter Umständen mischt sich jedoch die aufgegossene Lösung schwer mit der noch anhängenden Entwickler-Lösung, indem die alkoholreichere die alkoholärmere abstöſst. Man vermeidet dies dadurch, indem man dafür sorgt, daſs beide ungefähr denselben Alkoholgehalt haben. Geschieht dies nicht, so erhält man leicht Flecke.

Das Verstärken ist bei Portrait- und Landschaftsaufnahmen eine

verhältnifsmäfsig kurze Arbeit. Bei Reproductionen, z. B. Zeichnungen, dauert es jedoch länger, und mufs hierbei mit grofser Umsicht verfahren werden. Gar zu leicht verschleiern bei solcher langen Arbeit die zarteren Linien, oder die Platte wird ungleich, weil der Verstärker nicht gleichmäfsig in alle Ecken flofs. Die Stelle, wo man den Verstärker aufgiefst, wird in der Regel etwas dunkler, ein Umstand, aus dem man im Portraitfach Vortheil zieht, indem man dadurch den Kopf intensiver machen kann, als den übrigen Theil.

Der Anfänger achte darauf, dafs durch das Verstärken das Bild nur dichter und contrastreicher wird, keineswegs aber reicher an Details. Es ist daher ein eitles Bemühen, ein unterexponirtes Bild durch Verstärkung verbessern zu wollen.

Ueber Verstärken nach dem Fixiren siehe unten.

Das Fixiren.

Ist die verstärkte Platte genügend gewaschen (um den Rest Verstärkungssilber zu entfernen) und auf der Rückseite gereinigt, so übergiefst man sie mit einer Lösung von

1 Theil unterschwefligsaurem Natron in
4 Theilen Wasser,

oder von

1 Theil Cyankalium in
25 Theilen Wasser.

Beide Salzlösungen haben den Zweck, das Jod- und Bromsilber im Bilde aufzulösen, beide Salze erfüllen denselben durch Bildung von Doppelsalzen (s. S. 81, 83, 84).

Das Cyankalium greift bei dem Fixiren die Platten ein wenig an, indem es bei Gegenwart von Sauerstoff das graue Silber, welches die Contouren des Bildes bildet, auflöst. Dieser Umstand ist von Vortheil für überverstärkte Platten, bei an und für sich dünnen Negativen ist er jedoch von Uebel. Man verfährt in solchem Falle möglichst rasch und wäscht, wenn die letzte Spur Jodsilber verschwunden ist (am besten sieht man dies an der Rückseite) sofort mit Wasser.

Fixirnatron greift die Platten nicht an. Es fixirt aber langsamer als Cyankalium. Ist die Lösung alt oder verdünnt, so bilden sich beim ungleichmäfsigen Ueberfliefsen desselben über die Platte leicht Fixirstreifen als leise schwarze Linien.

Nothwendig ist es, die fixirten Platten nach vollständiger Auflösung des Natrons sorgfältig zu waschen, um jede Spur des Doppelsalzes (das sich nachher im Bilde zersetzen und zur Zerstörung desselben Veranlassung geben könnte) zu entfernen.

Mit Cyankalium fixirte Platten waschen sich leichter. Man erkennt hier den Punkt vollständiger Waschung leicht, wenn man zeitweise einen Tropfen abfliefsenden Waschwassers auf dem Hand-

rücken auffängt und kostet. Die geringste Spur Cyankalium verräth sich durch einen bitteren Geschmack. (Vergiftung hat man hierbei, wenn man nicht gar zu unvorsichtig ist, nicht entfernt zu befürchten. Man koste aber erst dann, wenn die Platte einige Zeit gewaschen ist.)

Der beim Fixiren zurückbleibende Wulstrand von gelbem Jodsilber schadet nicht.

Die sorglich gewaschene Platte stellt man auf reinliches Papier zum Trocknen.

Das Verstärken nach dem Fixiren.

Man hat öfter empfohlen, das Verstärken erst nach dem Fixiren vorzunehmen. Versucht man dieses in gewöhnlicher Weise mit Silbersalz (s. o.), so wird man beobachten, dafs sich aufserordentlich leicht Flecke bilden, namentlich wenn die Platte nicht sehr sorglich nach dem Fixiren gewaschen war. Dieser Umstand empfiehlt diese Verstärkungsmanier nicht.

Man hat aber für dieses Verstärken nach dem Fixiren eine Reihe eigenthümlicher Metallsalze vorgeschlagen, welche mit dem metallischen Silber des Bildes eigenthümliche Zersetzungen eingehen, und dabei Bilder von anderer Zusammensetzung und gröfserer Undurchdringlichkeit für chemische Strahlen erzeugen. Wir haben diese Umwandlungen bereits S. 39 beschrieben, ferner im Anhang zur Theorie der Photographie. Von den dort erwähnten Stoffen hat man hauptsächlich das Quecksilberchlorid, ferner eine Lösung des Jodquecksilbers in Jodkalium, endlich eine Mischung von rothem Blutlaugensalz und Uranoxydsalz empfohlen. Diese Methoden mögen für einzelne Fälle ihre Vortheile haben, z. B. bei der Herstellung von Negativen für die Photolithographie etc. Für die gewöhnlichen photographischen Aufgaben sind sie jedoch dem Silberverstärker nachzustellen, um so mehr, als die Haltbarkeit der damit hergestellten Negative keineswegs constatirt ist.

Von besonderer Bedeutung sind aber diese Umwandlungsprocesse der Silberbilder durch Metallsalzlösungen für die Emailphotographie.*)

Das Lackiren.

Das zarte Collodionbildchen auf der Glasplatte würde bald durch mechanische Verletzungen zu Grunde gehen, wenn man es nicht mit einem widerstandsfähigen Ueberzuge versähe.

Als solcher dient jetzt allgemein der Negativlack.

Man entferne vorerst die lose anhängenden oder ausgerissenen Collodiontheile am Rande der Platte, wärme diese über einer Lampe

*) Siehe Grüne, Ueber die Umwandlung der Silberbilder. Photographische Mittheilungen, V. Jahrgang Seite 20.

leicht an, gieſse dann den Lack genau wie Collodion auf und lasse ihn genau ebenso unter Drehung der Platte abflieſsen. Nachher stelle man sie auf reinliches Flieſspapier. Das Ueberflieſsen auf die Rückseite vermeide man, es bewirkt an der betreffenden Stelle ein ungleiches Eintrocknen der Vorderseite.

Zu heiſs lackirte Platten werden leicht streifig, zu kalt lackirte werden etwas matt und weniger durchsichtig.

Nicht selten wird das Bild beim Lackiren angefressen. Dann ist der Lack zu alkoholreich und wirkt lösend auf die Collodionhaut. Man versetze ihn in solchem Falle mit etwas (circa 1 Proc.) Wasser.

Anfänger machen beim Lackiren fast immer Fehler. Vergnügt, alle Operationen zur Fertigung des Bildes überstanden zu haben, behandeln sie diese letzte gewöhnlich zu flüchtig und verderben sich dadurch noch zum Schluſs manches Bild.

Nach dem Lackiren und Trocknen werden die Platten auf der Rückseite sorgfältig gereinigt und in Schränken, vor Staub und Feuchtigkeit geschützt, aufbewahrt.

LEHRBUCH

DER

PHOTOGRAPHIE

von

Dr. Hermann Vogel,

Lehrer der Photographie an der Königl. Gewerbe-Akademie zu Berlin, Vorsitzendem des Vereins zur Förderung der Photographie zu Berlin, Redacteur der Photographischen Mittheilungen, Mitglied der internationalen Jury der Pariser Ausstellung von 1867, Ehrenmitglied der National Photographic Association der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Theorie, Praxis und Kunst der Photographie.

(Photochemie und photographische Optik, Praxis, photographische Aesthetik)

Mit einer Farbentafel und danach gefertigter Photographie, 4 in den Text eingeklebten Photographieen und 172 Holzschnitten.

Berlin
Verlag von Robert Oppenheim.
1870.

Vorrede.

Drei Jahre sind vergangen, seitdem ich die erste Lieferung meines Lehrbuchs, dessen Schlufs nunmehr vorliegt, dem deutschen Publikum übergab.

Vielerlei Umstände wirkten zusammen, die Vollendung desselben so lange zu verzögern, vor allem die zahlreichen Lücken, die ich in den Gebieten der Photochemie, photographischen Optik, Praxis und Aesthetik vorfand, und die den Wunsch in mir rege machten zu deren Ausfüllung selbst mein Scherflein beizutragen. So legte ich denn schon nach wenigen Bogen die Feder weg, um Monate lang chemische, optische, technische und aesthetische Untersuchungen auszuführen, und dadurch den Stoff so mancher Capitel des vorliegenden Werkes erst zu schaffen, ehe ich an die Abfassung derselben gehen konnte. Ich brauche nur hinzuweisen auf meine Arbeiten über Sensibilisatoren, über Photochemie des Chlor-, Brom- und Jodsilbers, über dessen Verhalten im Silberbade, über Silbertitrirmethoden, über Collodion, über Mikrophotographie, über Objectivprüfungen, über Pigmentdruck, über Photometrie, über die Principien der Beleuchtung und Atelierconstruction, über Perspective in der Portraitphotographie, zahlreicher kleinerer Publikationen zu geschweigen, um die lange Ausarbeitung einigermafsen entschuldbar erscheinen zu lassen.

Auf der andern Seite wurde ich zu wiederholten Malen aus meiner schriftstellerischen Thätigkeit herausgerissen. Die internationale Ausstellung rief mich 1867 nach Paris, die Sonnenfinsternifsexpedition 1868 nach Aden in Arabien, die photographisch-archäologische Expedition in demselben Jahre nach

Oberaegypten. Das Manuscript des Buches wanderte mit mir, einzelne Abschnitte desselben sind in Paris, andere auf der rothen Meerreise, einige auf dem Nil verfaſst und ehe der letzte Bogen die Presse verläſst, folge ich einer freundlichen Einladung der amerikanischen Photographen über den Ocean. Die Correctur des Satzes muſste ich groſsentheils Andern überlassen. Mancher Druck- und Anordnungsfehler ist unter solchen Umständen stehen geblieben, für den ich die Nachsicht des Publikums erbitte.

Die Besprechung des photographischen Stein- und Metalldrucks und der Positiv- und Negativ-Retouche konnte in diesem Buche aus Mangel an Raum keine Stelle finden. Für letztere empfehle ich das vortreffliche Werkchen über Retouche von Grafshoff. Für den dritten Theil der photographischen Aesthetik erbitte ich die Nachsicht der Künstler von Fach. Ich bin weit entfernt, mich in Erörterungen einzulassen, ob Photographie eine Kunst sei oder nicht. Ich gehe von dem Erfahrungssatze aus, daſs das schärfste und fleckenloseste photographische Portrait- oder Landschaftsbild unbefriedigt läſst, wenn nicht in demselben diejenigen Gesetze des Schönen beachtet sind, welche den Grund des Gefallens an Werken der zeichnenden Künste bilden. Insofern habe ich versucht, diese Gesetze, soweit sie photographisch anwendbar sind, an Beispielen zu erörtern. Besondere Schwierigkeiten machte für dieses Gebiet die Beschaffung geeigneter Illustrationen. Nur einzelne konnte ich den früher in den Photographischen Mittheilungen publicirten Artikeln von Robinson entlehnen, die Mehrzahl verdanke ich dem vortrefflichen Kunstverlag von A. Seemann in Leipzig.

Berlin, den 15. April 1870.

Dr. H. Vogel.

Inhalt.

Praxis der Photographie.

Die Kunst der Photographie
oder die photographische Aesthetik.

Nachtrag.

Uebersicht und Reihenfolge
der
Operationen im Negativ- und Positivprocess.

I. Negativprocess.

a) Vorbereitungen.

Platten-Säuern, Waschen und Abtrocknen mit Handtuch.
Silberbad-Filtriren und Abschäumen.
Entwickler, Verstärker und Fixage ansetzen.
Silberhaken, Cassette, reinliche Gläser und Fliefspapier bereit halten.
Vorbereitung des Originals und der Camera (Scharfeinstellen).

b) Operationen.

Plattenputzen (mit Hauch- und Handtuch, dann mit Leder und Alkohol).
Abstäuben (Abstäuber nicht auf den Tisch legen).
Collodion-Giefsen (letzteres dabei nie aufschütteln. Flasche sofort wieder zustöpseln!).
Trocknen unter Drehen (bis der letzte ablaufende Tropfen anfängt zu erstarren und die Haut an der Ablaufecke beim Anfassen in Lappen reifst).
Eintauchen in das Silberbad (Anfafsecke nach unten! Das Bad mufs, falls in der Schale gesilbert wird, vor jeder Platte abgeschäumt werden!).
Bewegen im Bade (bis die Fettstreifen verschwunden sind).
Herausnehmen und Ablaufenlassen auf reinem Fliefspapier.
Einlegen von Fliefspapierstückchen in die Cassette.
Einlegen der Platte.
Schliefsen der Cassette.
Transport nach dem Atelier (Cassette immer möglichst senkrecht halten).
Nochmalige Prüfung der Scharfeinstellung des Bildes (das vorher vorbereitet worden sein mufs).
Einsetzen der Cassette (ohne den Apparat zu verrücken).
Aufziehen des Cassettenschiebers.
Exponiren (Abnehmen und Wiederaufsetzen des Objectivdeckels. Beim Abnehmen den Apparat nicht erschüttern!).
Schliefsen des Cassettenschiebers.

Transport nach dem Dunkelzimmer.
Einfüllen von Entwickler in ein Gläschen.
Herausnehmen der Platte.
Aufgiefsen des Entwicklers auf die obere Kante der Platte.
(Bewegen der Platte. Controlle des Erscheinens des Bildes.)
Kurzes Waschen.
Verstärken (unter fortwährender Controlle bei durchfallendem Licht).
Kurzes Waschen.
Fixiren.
Langes Waschen.
Trocknen.
Anwärmen.
Lackiren.

Das sind die 28 aufeinander folgenden Operationen, die mit vollkommener Accuratesse verrichtet werden müssen, falls man ein gelungenes Bild erhalten will.

Zur Bequemlichkeit für die Praktiker reihen wir hieran sofort die Uebersicht der Operationen im Silber-Positivprocefs, obgleich dessen specielle Erörterung erst unten folgt.

II. Silber-Positivprocess.

a) Vorbereitungen.

Silberbadfiltriren und Abschäumen.
Eiweifspapier zuschneiden.

b) Operationen.

Sensibilisiren }
Trocknen } (im halbdunklen Zimmer).
Reinigen der Negative.
Vorbereitung der Negative.
Einlegen und Festpressen des sensibilisirten Papiers (im halbdunklen Zimmer).
Belichten.
Zeitweiliges Nachsehen (am halbdunklen Ort).
Wässern (die gesammten Drucke in viermal gewechseltem Wasser).
Tonen.
Einlegen in Wasser.
Fixiren (zehn Minuten lang).
Einlegen in Wasser.
Langes Auswaschen.
Trocknen (auf reinliche Schnüre oder in Klammern).
Zuschneiden, Aufkleben, Ausflecken, Satiniren.

Dritter Abschnitt.

Von der Wartung der photographischen Apparate und Chemicalien.

In dem vorigen Capitel haben wir die photographische Praxis des Negativprocesses speciell erläutert, die Vorbereitung der Apparate, die Ansetzung der Chemicalien erörtert und alle Handgriffe und Vorsichtsmafsregeln geschildert, welche zum Gelingen der photographischen Processe nothwendig sind.

Blieben nun die Verhältnisse, unter denen die betreffenden Operationen ausgeführt werden, immer dieselben, so würden wir dem gedachten Capitel kaum noch etwas hinzuzufügen haben. Nun sind aber alle Dinge in der Welt einer ununterbrochenen Veränderung unterworfen und diese erstreckt sich auch auf die photographischen Apparate und Chemicalien, und da diese Aenderungen meistentheils nicht zum Besseren, sondern zum Schlechteren hin erfolgen, so ist ein wiederholtes Nachhelfen und Ausbessern nöthig, um die verschiedenen Objecte bei normaler Beschaffenheit zu erhalten. Diese Arbeiten fassen wir unter dem Titel: Wartung zusammen.

Wartung der photographischen Linsen.

Von allen Atelierrequisiten scheinen die photographischen Linsen, abgesehen von ihrer Zerbrechlichkeit, die beständigsten zu sein, dennoch sind auch sie Veränderungen ausgesetzt, namentlich durch Einflüsse von Staub. Dieser dringt oft durch den Blendenschlitz in das Innere, setzt sich an die Gläser und absorbirt natürlich einen Theil des Lichtes. Man halte solche Oeffnungen, durch welche Staub dringen kann, möglichst verschlossen, nehme die Objective zeitweise auseinander und reinige das Innere mit Hülfe weichen Leders. Oefter leidet die schwarze Innenfassung der Röhren, der schwarze Ueberzug reibt sich ab, wird glänzend und giebt Veranlassung zur Entstehung mancher Lichtflecken. Behufs der Schwärzung überstreicht man die betreffende Stelle mit verdünnter, mit Rufs versetzter Schellacklösung.

Zu bemerken ist, dafs Flintgläser weicher sind und daher viel mehr leiden als Crowngläser, also vorsichtiger behandelt werden müssen.

Wartung der Cameras.

Die photographischen Cameras sind gleich den Objectiven dem Verstauben ausgesetzt. Nicht selten wirbelt nach längerem Gebrauch

beim Zusammenschieben der Camera eine Menge Staub auf, die sich auf die Platte legt und hier Löcher und Flecken verursacht. Wiederholtes Ausstäuben ist auch hier nöthig, am besten mit Hülfe von Flederwisch und Blasebalg.

Am meisten sind die Cassetten dem Verderben ausgesetzt. Die Silberlösung der eingesetzten feuchten Platten läuft theilweise ab, bleibt in den Cassetten hängen, dringt in das Holz und erleidet hier Zersetzungen. Es bilden sich so eine Menge eigenthümlicher organischer Substanzen, die sich in der von einer neuen Platte ablaufenden Flüssigkeit auflösen, bei langen Expositionen in die Collodionschicht dringen und seltsame, beim Entwickeln hervortretende moosförmige Flecke veranlassen.

Am leichtesten tritt diese Erscheinung bei Glasecken ein, die der Lösung einen viel breitern Weg in das Innere des Holzes darbieten, als die Silberdrahtecken. Namentlich sind die unteren Ecken der Cassetten diesen Einflüssen ausgesetzt.

Um das Eindringen der Silberlösung zu verhüten, ist es am besten, neue Cassetten mit Paraffin zu tränken. Man tauche die völlig trockene reine Cassettenecke 5 Minuten in eine Schale mit geschmolzenem Paraffin. Dieses conservirt das Holz aufserordentlich.

Will man ältere Cassetten in der Art präserviren, so mufs die eingedrungene Silberlösung erst entfernt werden. Man tauche die unteren Ecken 5—10 Minuten in heifses Wasser, wasche sie dann unter der Brause und trockne, nachher tränke man sie mit Paraffin.

Nach dem Erkalten kratze man das überflüssige Paraffin ab.

Remelé empfiehlt statt dessen Ueberstreichen der Ecken mit photographischem Negativlack. Diese Präservirung mufs jedoch alle Monate wiederholt werden. Sie ist für den Fall zu empfehlen, wo man Paraffin nicht zur Hand hat.

Unbedingt nothwendig ist zur Erhaltung der Cassette die gröfste Reinlichkeit. Man versäume nie, die anhängende Feuchtigkeit nach jeder Exposition mit Löschpapier wegzunehmen und die Ecken öfter unter der Brause zu waschen.

Neue Cassetten machen den Photographen oft durch das Abwerfen von Holzspähnen und Lacktheilchen zu schaffen. Diese veranlassen Flecke auf den Platten, so lange, bis die Schieber sich mit der Zeit hinreichend ausgescheuert haben.

Sämmtliche Holzapparate sollten, um Werfen zu verhüten, mit Messingbändern versehen sein.

In heifsen Sommern springen und werfen sich selbst die besten Apparate. Einlegen von feuchter Saugpappe, Ueberdecken von feuchten Tüchern steuert diesem Uebel am besten und ist namentlich Landschaftern zu empfehlen.

Wartung der Glasplatten.

Frische Glasplatten werden gewöhnlich mit Papierblättern als Zwischenlagen verpackt. Selbst das beste Papier ist jedoch nicht rein genug, um nicht einen Eindruck auf der Platte nach längerem Liegen zu hinterlassen.

Zur Aufbewahrung bereits vorgeputzter Platten bedient man sich daher der Plattenkästen. Man sorge, daſs die Rillen derselben möglichst rein bleiben (siehe S. 261) und daſs sie hinreichend Spielraum gewähren. Oft genug findet man Plattenkästen im Handel, die zwar breit und hoch genug sind, aber so enge Rillen haben, daſs dicke Platten nur mit Mühe einzuschieben sind und dabei zerbrechen.

Fertig geputzte Platten, die nicht denselben Tag verbraucht werden, überreibt man vor dem Gebrauch noch einmal mit Leder.

Vorgeputzte Platten, die man mit auf Reisen nehmen will, packt man in Ermangelung von Plattenkästen nicht mit Papierzwischenlagen, sondern zwischen Rillen, die man sich aus starkem Packpapier leicht selbst kneifen kann. Die Mitten der Platten bleiben dann besser geschützt.

Man hüte sich vor allem bei Benutzung der Platten vor Verritzung derselben. Man lege sie nie flach auf den Tisch, und man reibe sie nur mit vollkommen ausgestäubten Tüchern ab. Man vergesse nie den rauhen Rand zu reinigen. — Bereits gebrauchte Platten erfordern eine andere Behandlung.

Ergiebt sich das Bild beim Entwickeln als unbrauchbar, so wasche man die Collodionschicht sofort herunter, trockne mit Handtuch ab und putze von Neuem.

Man lasse nie mit Chemicalien übergossene, präparirte, unbrauchbare Platten festtrocknen. Das Eintrocknen von Salzen, ja selbst von Wasser ist unter Umständen geeignet, die Platten so zu afficiren, daſs sie selbst durch Beizen mit Säure nicht mehr rein werden.

Bereits fixirte, ungefirniſste, unbrauchbare Platten werfe man in die Salpetersäure.

Gefirniſste unbrauchbare Platten lege man 12 Stunden in concentrirte kohlensaure Natronlösung, wasche sie, wenn die Schicht sich vollkommen aufgelockert hat und werfe sie vor dem Putzen noch auf kurze Zeit in die Säure. Durch gegenseitiges Abreiben der Kanten erzeugt sich auf dem Boden der Schalen mit kohlensaurem Natron resp. Säure bald Glassand, der die Platten bald verkratzt. Man lege daher lieber kleine flache Holzstäbchen in die betreffenden Schalen, auf welchen die Platten aufliegen, ohne den Boden zu berühren.

Beim Einlegen und Herausnehmen der Platten hüte man sich vor gegenseitiger Verritzung derselben.

Wartung des Collodions.

Das Collodion bildet die Grundlage der photographischen Negativbilder, es spielt für die Photographie eine noch wichtigere Rolle, als das Papier für den Zeichner; es wirkt nicht nur mechanisch durch Festhaltung der lichtempfindlichen Schicht, sondern auch chemisch, indem es neben dem indifferenten Pyroxylin noch eine ganze Reihe Zersetzungsproducte desselben enthält, die auf die chemischen wie physikalischen Eigenschaften der Schicht wesentlicher influiren (siehe den ersten Theil S. 97).

Die Wartung des Collodions ist demnach ein wichtiger Punkt für Photographen, welche immer gleichmäfsig gute Resultate erzielen wollen.

Ueber die Veränderungen, welche das rohe Pyroxylin und das rohe Collodion erfahren, ist schon im ersten Theile die Rede gewesen (siehe S. 101).

Die Veränderungen, welche jodirtes Collodion erfährt, offenbaren sich durch Eintreten einer gelben, später rothen Färbung und durch zunehmende Unempfindlichkeit. Es scheidet sich bei dieser Veränderung freies Jod aus, welches im Collodion gelöst bleibt, im Silberbade Veranlassung zur Entstehung freier Salpetersäure giebt und dadurch die Empfindlichkeit vermindert.

Cadmiumsalze geben am wenigsten, Ammoniaksalze am leichtesten zu diesem Rothwerden Veranlassung (siehe den ersten Theil). Mit der Röthe selbst wird das Collodion dünnflüssiger und zuletzt so leichtflüssig, dafs sich keine homogene, dicke, mechanisch haltbare Schicht damit erzeugen läfst.

Man hat empfohlen, rothgewordenes Collodion durch längeres Schütteln und Stehenlassen mit kohlensaurem Natron resp. metallischem Cadmium wieder zu entfärben. Diese Körper absorbiren in der That das Jod und machen das Collodion wieder hell, gewöhnlich sind aber so restaurirte Collodien nicht recht brauchbar; sie geben verschleierte Platten, vermuthlich in Folge der Bildung basischer Salze, welche sich im Collodion vielleicht theilweise lösen, z. B. Cd J, Cd O (siehe S. 105).

Viel mehr empfiehlt es sich daher, das rothgewordene Collodion mit Cadmiumcollodion (siehe S. 254) zu vermischen. Letzteres bleibt monatelang weifs, ist etwas dickflüssig und erhält durch Zumischen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ rothgewordenen Collodions jene bei der Photographie angenehme Consistenz und gelbe Farbe.

Wer mit Cadmiumcollodion allein arbeitet, wird selten oder nie über rothgewordene Collodien zu klagen haben. Für andere Mischungen, die zum Rothwerden geneigt sind, empfiehlt sich, wie es auch gewöhnlich geschieht, die separate Aufbewahrung von Roh-Collodion und Jodirung.

Man mische dann beide in den Quantitäten, welche man innerhalb der durch Erfahrung bestimmten Zeit der Haltbarkeit aufzubrauchen gedenkt.

Mit der Ausscheidung von Jod geht jedoch noch beim Gebrauch des Collodions eine Veränderung in Alkohol- und Aethergehalt und mechanische Verunreinigung durch Staub Hand in Hand.

Das von der Platte ablaufende Collodion läſst man gewöhnlich in die Gieſsflasche zurückflieſsen. Das zurückflieſsende hat aber einen Theil seiner Lösungsmittel durch Verdunstung verloren und von dem flüchtigen Aether natürlich mehr, als von dem weniger flüchtigen Alkohol.

Das in die Flasche zurückflieſsende ist daher dicker und alkoholreicher. Bei vorsichtigem Arbeiten stört das wenig. Man kann unter Umständen Collodionflaschen bis auf einen kleinen Rest aufbrauchen. Sollte der Rest zu dick geworden sein, so verdünne man ihn mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ einer Mischung von 3 Theilen Alkohol und 5 Theilen Aether.

Fataler als dieses Dickwerden ist jedoch die Verunreinigung durch Staub. Finden sich kleine Spuren Staub auf der Platte, so werden diese durch das abflieſsende Collodion in die Vorrathsflasche zurückgeschwemmt, mit jeder neuen Platte vermehrt sich ihre Quantität und schlieſslich arbeitet das Collodion in Folge dessen fleckig.

Diese Erscheinung kommt auf Reisen, wo man mehr mit Staub zu kämpfen hat, häufiger vor, als bei Atelierarbeiten, bei groſsen Platten häufiger, als bei kleineren.

Am nachtheiligsten wirken hierbei die stumpfen Plattenränder, in deren Fugen und Rillen sich sehr leicht Schmutz festsetzt, der nur zu leicht übersehen wird und nachher in's Collodion geräth. Nicht selten sind die Rillen der Plattenkästen und Ständer von allerlei Schmutz, Resten von Chemicalien verunreinigt und wirken dann in ähnlicher Weise nachtheilig auf das Collodion.

Man umgeht alle diese Uebelstände, wenn man das von der Platte ablaufende Collodion in einer separaten Flasche auffängt. Das ablaufende Collodion ist keineswegs unbrauchbar. Man läſst es 8 Tage lang stehen und gieſst dann das klare ab. Nachher kann man es wie frisches verwenden.

Daſs der Hals der Collodionflasche fortwährend rein gehalten werden muſs, ist selbstverständlich. Man stülpe über die Vorrathsflasche eine Glasglocke, falls man keine Gieſsflasche anwendet, wische den Hals vor dem Gieſsen mit dem Finger rein und lasse die ersten Tropfen wegflieſsen, ehe man die Platte gieſst.

Man unterlasse nie, sofort nach dem Gieſsen der Platte die Collodionflasche zuzustöpseln.

Wartung des Silberbades.

Ein richtig präparirtes Silberbad kann bei sauberer Behandlung lange brauchbar erhalten werden. Bedingung ist nur, es möglichst von mechanischen und chemischen Verunreinigungen frei zu halten. Erstere treten in Form abgerissener Collodionhäutchen und hineingefallener Staubtheilchen sehr bald ein.

Oefteres Filtriren ist daher eine Sache, die sich von selbst versteht, und doch kommt es vor, dafs dadurch ein Bad nicht gereinigt, sondern verunreinigt wird. Herr Krüger, Photograph in Schwerin, erzählt einen solchen Fall in den Photographischen Mittheilungen, II. Jahrgang. Er hatte unglücklicherweise ein Filtrirpapier angewendet, das grofse Mengen schwefelsaurer Salze*) enthielt. Diese gelangten beim Filtriren in das Bad und gaben hier Veranlassung zur Bildung von schwefelsaurem Silbersalz, welches sich in feinen Nadeln an die Platte setzte und Löcher gab. Man wähle daher ein möglichst reines Filtrirpapier.

Zuweilen bleibt beim Filtriren noch eine fettige Haut auf der Oberfläche. In Schalen entgeht diese der Beobachtung weniger leicht, als in Cuvetten. Man schöpfe diese Fetthaut mit Schreibpapierstreifen, die man über die Oberfläche der Flüssigkeit hinwegzieht, ab.

Wenn ein Silberbad beim Präpariren von Platten weiter keine Veränderung erlitte, als einen Verlust von Silber, so würde man es vielleicht ähnlich wie ein Positivbad bis auf den letzten Tropfen aufbrauchen können. Das ist nun leider nicht der Fall.

Jedes Collodion enthält aufser den Jodirungssalzen und dem Pyroxylin noch organische Zersetzungsproducte, mit jeder Platte gelangt eine Quantität derselben neben Alkohol und Aether in das Silberbad, und nach einiger Zeit enthält dieses daher neben Silbersalz noch salpetersaure Alkali- und Cadmiumsalze, Alkohol, Aether, organische Zersetzungsproducte aus dem Collodion, Jodsilber und endlich noch Essigsäure, die sich durch Oxydation des Alkohols gebildet hat. Kein Wunder daher, dafs sein Verhalten sich bald ändert, dafs es statt der kräftigen Platten vom Anfang, mit der Zeit matte Negative giebt. Endlich kommt ein Punkt, wo das im Bad angehäufte Jodsilber sich in Krystallen ausscheidet, die Platten werden löcherig. Dies geschieht namentlich schnell im Sommer bei hoher Temperatur.

Untersucht man solch ein Bad auf seinen Silbergehalt, so findet man, dafs dasselbe noch aufserordentlich reich daran ist, er ist oft kaum um $\frac{1}{2}$ Procent gesunken.

Es ist daher klar, dafs ein solches Bad wieder vollkommen brauch-

*) Um diese Verunreinigung zu erkennen, weiche man das Papier in reinem Wasser, giefse dieses klar ab und versetze es mit salpetersaurem Baryt. Bei Gegenwart schwefelsaurer Salze entsteht dabei eine Trübung von schwefelsaurem Baryt.

bar sein würde, falls man die oben aufgezählten Unreinigkeiten herausschaffen könnte.

Die Unempfindlichkeit wird durch den Gehalt an Essigsäure veranlafst, welche sich mit der Zeit aus dem Alkohol und Aether im Bade bildet. Man kann diesem Mangel leicht durch Neutralisation abhelfen. Früher nahm man dazu öfter Silberoxyd. Dieses ist ganz zu verwerfen, da seine Wirkung eine viel zu langsame ist. Ebensowenig ist kohlensaurer Kalk räthlich, da dieser, im Ueberschufs angewendet, wie es gewöhnlich geschieht, einen beträchtlichen Theil des Silbers niederschlägt. Das beste Mittel ist reines, kohlensaures Natron.

Man löst 1 Theil desselben in 10 Theilen Wasser, und setzt davon tropfenweise dem Bade zu. Es entsteht dadurch ein Niederschlag, welcher beim Umschütteln langsam wieder verschwindet; man setzt dann einen zweiten Tropfen zu, schüttelt, und so fährt man fort, bis schliefslich der entstandene Niederschlag sich beim Umschütteln nicht mehr vollständig löst.

Prüft man jetzt das Bad, so wird man es etwas alkalisch finden. Man filtrirt es nun und setzt zum Filtrat einen oder zwei Tropfen verdünnter Salpetersäure (1 Theil Säure, 5 Theile Wasser), macht dann zur Probe mit dem Bade eine Platte und entwickelt diese.

Zeigt sie Schleier, so fahre man mit dem Zusatz von Säure fort, bis eine Probeplatte schleierlos erscheint.

Es scheint diese Art des Abstimmens etwas complicirt, und Viele glauben, dafs dasselbe mit Lakmuspapier bequemer zu erreichen sei. Die Erfahrung hat uns aber gelehrt, dafs dieses meist zu unempfindlich ist, und leicht die Gefahr veranlafst, dafs man zu viel Säure zum Bade setzt.

Giebt ein altes Bad flaue Negative, die Neigung zur Streifenbildung und Schleierung, dabei Unempfindlichkeit zeigen, so enthält es gewöhnlich zersetzte organische Substanzen. In solchem Falle hilft natürlich Abstumpfen mit Natron nichts, denn hierdurch werden die organischen Materien nicht entfernt. Photographen pflegen, behufs der Entfernung derselben, das Bad zu neutralisiren und dann zu sonnen. Das ist sehr gut, wenn man Sonne hat. Leider ist jedoch dieselbe nicht immer disponibel und die vollständige Reinigung auf diesem Wege geht auch zu langsam (sie dauert oft länger als einen Tag).

Unter diesen Umständen ist die Reinigung mit übermangansaurem Kali, die zuerst von Dr. Jacobsen vorgeschlagen, von E. Crookes zuerst probirt, weitaus vorzuziehen.

Dieses treffliche Präparat kommt neuerdings in schönen schwarzen Krystallen in den Handel, die sich mit intensiv rother Farbe in Wasser lösen. Die Lösung selbst ist lichtempfindlich und zersetzt sich

langsam unter Bildung eines braunen Bodensatzes (Mangansuperoxyd). Durch organische Körper wird sie rasch entfärbt, erstere oxydirt und die Uebermangansäure zu Mangansuperoxyd reducirt:

$$Mn_2\,O_7 = 2\,Mn\,O_2 + O_3,$$

welches sich mit brauner Färbung ausscheidet. Schon beim Filtriren durch Papier geht diese Zersetzung vor sich.

Dieses Verhalten macht sie zur Zerstörung der organischen Substanzen in Silberbädern ganz vortrefflich geeignet. Man löse 1 Theil des Manganats in 40 bis 50 Theilen Wasser. Diese Lösung setze man tropfenweise zu dem zu restaurirenden Silberbade. Enthält dieses viel organische Substanzen, so werden die ersten Tropfen fast augenblicklich entfärbt; enthält es weniger, so geschieht die Entfärbung langsamer.

Man setze nun tropfenweise so lange Manganatlösung unter Schütteln zu dem Bade, bis der letzte Tropfen nicht mehr entfärbt wird, und das Bad eine leichte Rosenfärbung annimmt, die nach 1 Minute langem Schütteln nicht verschwindet. (Nach längerer Zeit verschwindet die Manganfärbung immer.)

Sind sehr viel organische Substanzen im Bade angehäuft, so stellt sich neben der Rosenfärbung noch eine bräunliche Trübung von ausgeschiedenem Mangansuperoxyd ein.

Das Bad wird alsdann filtrirt. Hat man nur wenig Manganat gebraucht, so arbeitet es gewöhnlich ohne weiteren Zusatz ganz vortrefflich.

Bei Zusatz einer grofsen Menge Manganat wirkt jedoch das Kali desselben stark neutralisirend und man mufs für diesen Fall das Bad mit einem oder mehreren Tropfen Salpetersäure ansäuern, so lange, bis der Schleier verschwindet.

Zu bemerken ist, dafs durch die Behandlung mit übermangansaurem Kali die organischen Substanzen nur oxydirt und dadurch zwar unschädlich gemacht, keineswegs aber vernichtet werden.

Letzteres erreicht man durch Abdampfen und Schmelzen des festen Rückstandes.

Man verrichtet dies am besten in der Porzellanschale über einer Berzeliuslampe oder Gaslampe. Sobald alles Wasser verdampft ist, bläht sich das Silbersalz auf, die Säure entweicht, dann sinkt alles zusammen, und schliefslich schmilzt es unter Graufärbung und Entweichen rother Dämpfe. Die graue Farbe rührt von ausgeschiedenem metallischen Silber her. Man läfst dann die Schale kalt werden, löst das festgewordene Salz durch Uebergiefsen von wenig Wasser und Erwärmen auf, und setzt, wenn das Ganze kocht, vorsichtig einige Tropfen Salpetersäure zu. Die trübe Masse wird dann beim Erhitzen plötzlich klar wie Wasser.

Man verdampft dann noch einmal zur Trockne, und erhitzt vorsichtig bis zum Schmelzen, läfst dann erkalten, und löst das Salz

in 10 Theilen Wasser auf. Sollte das so hergestellte Bad Schleier geben, so stimmt man mit Säure in der Weise wie oben angegeben.

Eine andere Verunreinigung des Bades ist der Jodsilberüberschufs, der sich namentlich in hoher Temperatur alsbald bildet und sich, da Jodsilber in Silberbädern in der Wärme schwerer löslich ist, als in der Kälte, in Krystallen ausscheidet (siehe S. 47). Sind die Krystalle grofs, so bilden sie einen mehligen Ueberzug und die Platte zeigt alsdann nach dem Entwickeln zahllose gelbe Flecke; sind sie klein, so erzeugen sie Löcher.

Um das Jodsilber zu entfernen, mufs man das Bad mit dem dreifachen Volumen destillirten Wassers verdünnen und tüchtig schütteln. Das Jodsilber, welches in verdünnten Silberbädern weniger löslich ist, fällt alsdann fast vollständig heraus. Man braucht dann nur das Klare abzufiltriren und bis zu dem ursprünglichen Volumen abzudampfen. Oft enthält ein Bad schon Jodsilberüberschufs, ohne mit organischen Substanzen wesentlich verunreinigt zu sein. Dann genügt die eben angegebene Restauration. Enthält es Jodsilber und organische Substanzen, so verdünne man zuerst, filtrire und dampfe dann ab und schmelze oder behandle mit Manganat.

Bei Gegenwart von organischen Substanzen finden Jodsilberausscheidungen übrigens viel rascher statt, als ohne dieselben.

Eine andere Methode, Bäder, welche Jodsilber ausscheiden, wieder brauchbar zu machen, besteht in Zumischen frischer jodsilberfreier Silberlösung von der Badstärke. In höherer Temperatur nutzt dieses nur für kurze Zeit. Am besten beugt man der Jodsilberausscheidung durch Abkühlung des Bades vor. Man bewerkstelligt diese durch kaltes Wasser oder Eis, oder wenn beides nicht disponibel sein sollte, durch Einschlagen der Cuvette in dunkle feuchte Tücher und Einwirkung von Luftzug.

Das wären die wesentlichsten Badwartungsmethoden. Eine Unreinigkeit kann man jedoch durch dieselben nicht wegschaffen, das sind die Zersetzungsproducte der Jodirungssalze: salpetersaure Alkalien und Cadmiumsalze; sind diese in merklicher Menge vorhanden, so schlägt keine einzige der angewandten Restaurationsmethoden vollständig an, das restaurirte Bad arbeitet dann meist flau oder unzart.

In solchem Fall ist es am besten, das Jodsilber, wie oben angegeben, durch Verdünnen mit der dreifachen Wassermenge zu entfernen, dann bis zu der Stärke 1 : 6 bis 1 : 8 abzudampfen, und das Ganze als Positivbad zu benutzen. Es ist dies viel rationeller, als das gewöhnliche Verfahren, solche Bäder zu den Chlorsilberrückständen zu giefsen.

Der praktische Photograph wird am besten thun, sich stets zwei Silberbäder vorräthig zu halten (eines für den Gebrauch und eines zur Reserve, falls mit dem ersten ein Unfall passirt) und öfter ein neues

Bad anzusetzen, als das alte immer wieder aufzurestauriren, denn im Allgemeinen arbeitet ein restaurirtes Bad nicht so gut, als ein frisch angesetztes.

Wartung des Entwicklers.

Das schwefelsaure Eisenoxydul färbt sich in Lösung unter Bildung von unwirksamem Oxydsalz alsbald roth. Solche stark geröthete Entwickler enthalten daher weniger wirksames Eisensalz, als die frisch präparirten. Dieses ist von Vortheil, wenn man Bilder ohne Halbtöne zu entwickeln hat. Daher zieht man für diesen Zweck einen alten Entwickler einem frischen vor. Für Halbtonplatten, z. B. für Portraitbilder ist jedoch der frische Entwickler vorzuziehen. Will man den Entwickler längere Zeit bewahren, z. B. auf Reisen, so nehme man statt des Eisenvitriols schwefelsaures Eisenammon (siehe oben S. 256).

Wartung des Verstärkers.

Wässerige Pyrogalluslösung oxydirt sich rasch an der Luft, sie mufs daher jeden Tag frisch bereitet werden (siehe oben S. 257). Die citronensaure Silberlösung hält sich über eine Woche. Die Citronensäure scheint sich jedoch mit der Zeit zu zersetzen und dann entstehen leicht blaue Schleier beim Verstärken. Zusatz von 1 Procent frischer Citronensäure hilft dem Uebel ab.

Wartung der Fixage.

Cyankaliumlösung hält sich nur kurze Zeit und wird daher jeden Tag frisch angefertigt.

Fixirnatronlösung hält sich länger, es zersetzt sich aber leicht durch Einflufs von Säuren und durch starken Gebrauch (siehe S. 84). Man bereitet es daher mindestens aller 4 bis 5 Tage frisch.

Wartung des Lacks.

Der Lack erleidet beim Gebrauch ähnliche Veränderungen wie das Collodion. Er wird durch Verdunsten des Alkohols dick, durch Mischung mit dem zurückfliefsenden staubig*). Es empfiehlt sich daher, den von der Platte abfliefsenden Lack in einer separaten Flasche aufzufangen. Man verdünnt diese Ablaufreste schliefslich mit Alkohol, filtrirt und verwendet sie wie frischen.

Ueber das Anfressen der Collodionschicht siehe oben S. 276.

Die Wartung der fertigen Negative

wird in dem Capitel über den Positivprocefs erläutert werden.

---

*) Gut ist es, die Platten vor dem Lackiren mit Kameelhaarpinsel leise abzustäuben; lose Collodionhäutchen am Rande, welche leicht mit dem Lack zurückfliefsen, entfernt man vorher.

Der Positivprocefs.

Die photographische Aufnahme in der Camera obscura liefert ein Bild auf Glas, welches, im transparenten Lichte betrachtet, negativ, im reflectirten Lichte gegen einen dunklen Hintergrund positiv erscheint.

Das Silber, welches die Lichter deckt, erscheint nämlich im reflectirten Lichte grauweifs, also hell; die ungedeckten durchsichtigen Schatten lassen den dunklen Hintergrund durchsehen, sie erscheinen demnach dunkel, das Ganze daher als Positiv.

Wegen der starken Deckung unserer Negative sind freilich die feineren Details in den Lichtern nicht sichtbar. Ist die Belichtung aber kurz, die Verstärkung unterlassen, so erlangt man ein gut detailirtes Bild, Panotyp genannt.

Diese Panotype waren in der ersten Zeit des Collodionverfahrens sehr im Schwunge. Ihre graue Farbe jedoch, ihre Verkehrtheit in Bezug auf Rechts und Links und zum Theil ihre Zerbrechlichkeit veranlafsten, dafs der Geschmack daran sich rasch verlor und sich den Papierbildern zuwandte, die durch Belichten eines lichtempfindlichen Bogens unter einem Negativ hergestellt werden. Diese darauf abzielenden Operationen fafst man unter dem Namen des Copir- oder des Positivprocesses zusammen.

Man unterscheidet zweierlei Copirprocesse:

1) Das directe Copirverfahren, bei welchem die Belichtung so lange fortgesetzt wird, bis das Bild die erwünschte Intensität hat.

2) Das indirecte Copirverfahren oder Copirverfahren mit Entwicklung, bei welchem das Papier nur sehr kurze Zeit belichtet und dann das Bild durch ein Entwicklungsverfahren herausgebracht und bis zur gewünschten Intensität gekräftigt wird. Dieses Verfahren ist dem Negativprocefs analog und kann man auch diesen zur Aufnahme eines Transparentpositivs auf Glas verwenden.

Das directe Copirverfahren ist das allgemeiner übliche.

Wie schon aus den Capiteln über die Photochemie des Eisens, Chroms, Silbers, Urans hervorgeht, ist die Zahl der Copirprocesse sehr grofs.

Man kann nach Zeichnungen directe Copieen mit Hülfe des Anilindrucks nehmen, man kann Bilder in Gold, Silber und Pigmenten herstellen, das Negativ auf Stein und Metall reproduciren und erstere nachher abdrucken etc. etc.

Gewöhnlich pflegt man unter photographischem Copirprocefs im engeren Sinne den durch directe Wirkung des Lichtes auf einem lichtempfindlichen Bogen hergestellten Bildererzeugungsprocefs zu begreifen; hierher gehört die Herstellung der Silber-, Eisen-, Uranbilder, der Pigmentdrucke oder Kohlebilder (siehe den ersten Theil).

Von diesen verschiedenen Copirverfahren hat bisher nur eines in der photographischen Praxis Boden gewonnen, der directe Silberdruckprocefs, d. h. die Herstellung eines Bildes auf mit Silbersalzen getränktem Papier. Er ist von allen Processen am leichtesten zu handhaben, giebt mit den einfachsten Hülfsmitteln die schönsten Resultate und würde vollkommen sein, wenn seine Producte nicht so leicht dem Verderben ausgesetzt wären, indem schädliche schwefelhaltige Gase auf die „Silberbilder“ in ähnlicher Weise nachtheilig wirken, wie auf Silbergeschirre, sie werden unter Erzeugung von Schwefelsilber gelb.

Daher hat in neuerer Zeit namentlich für Herstellung documentarisch wichtiger Bilder der Pigmentprocefs oder Kohlendruckprocefs besondere Aufmerksamkeit erregt und dürfte seine Wichtigkeit mit der Zeit bald allgemeiner anerkannt werden.

A. Der Silberdruckprocefs.

Die Principien desselben sind schon früher auseinandergesetzt worden (siehe den Artikel Papier). Die Vorrichtungen, welche man zu demselben nöthig hat, sind sehr einfacher Natur.

Das Negativ als solches ist gegeben; es gilt, dasselbe in innigem Contact mit dem lichtempfindlichen Papier zu exponiren. Das Licht scheint von allen Seiten durch das Negativ hindurch; ein Punkt desselben kann sich nur dann als Punkt reproduciren, wenn der Abstand zwischen Papier und Negativbildschicht fast Null ist. Ist er gröfser, so offenbart sich der Punkt als Zerstreuungskreis, das Bild wird unscharf. Man benutzt daher zur Herstellung der innigen Berührung einfache Prefsvorrichtungen, Copirrahmen genannt, und daher hat der Positivprocefs den Namen Druckprocefs erhalten.

Der Copirrahmen besteht aus einem Holzrahmen *aa* mit eingelegter Spiegelscheibe und Deckel *D*, welcher in der Mitte durchschnitten und mit Charnieren versehen ist. Dieser Deckel wird durch die mit Federn versehenen Leisten *e e* fest gegen die Unterlage geprefst (s. Fig. 85 und 86).

Das Negativ kommt unten zu liegen (mit der Lackseite nach oben), darauf das lichtempfindliche Papier, hierauf, zur gleichmäfsigen

Vertheilung des Druckes, ein Filz oder Papierbausch, endlich der Deckel *D*.

Fig. 85.

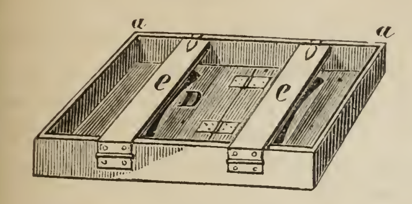
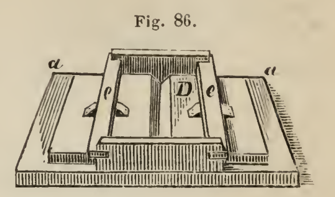


Fig. 86.



Statt der Federn hat man auch zuweilen Keile, die weniger zerbrechlich sind, als jene.

Für kleinere Platten, z. B. Visitenkartennegative, bedient man sich eines einfachen Rahmens ohne Spiegelscheibe (s. Fig. 86). Letzteres ist nur von Vortheil, da die Scheibe doch einen Theil des Lichtes absorbirt. Meagher in England hat solche Copirrahmen construirt, in denen die Platten statt auf Holz, auf Kautschuckbändern ruhen.

Dieses sichert gekrümmte Platten vor Zerdrückung, welche in Spiegelglasrahmen nicht selten eintritt.

Vorbereitungsarbeiten.

Das Positivsilberbad.

Wie im Negativprocefs, so dient auch im Positivprocefs zum Sensibilisiren des bildtragenden Materials eine Silberlösung, das Positivsilberbad.

Die Stärke des letzteren nahm man früher sehr hoch: 1 Theil Silbersalz auf 4 bis 5 Theile Wasser. Neuerdings bedient man sich etwas schwächerer Lösungen. Wir nehmen 1 Theil salpetersaures Silber auf 8 bis 10 Theile Wasser. Schwächere Lösungen zu nehmen, ist nicht räthlich. Manche Sorten Eiweifspapier werden von verdünnten Silberlösungen nur unvollkommen coagulirt; 1 Theil der organischen Substanz löst sich in dem Bade auf, färbt dieses braun und macht es unbrauchbar. Selbst bei concentrirten Lösungen 1 : 8 bis 1 : 10 tritt dieses zuweilen ein. Man nehme für solche Fälle ein noch stärkeres Bad.

Das Braunwerden ereignet sich bei alkalischen Bädern leichter als bei sauren. Daher empfiehlt sich als Remedium dagegen, das Silberbad etwas anzusäuern, am besten mit ein paar Tropfen Salpetersäure. Für gut arbeitende Papiere ist dies nicht nöthig.

Andere Zusätze zum Silberbade, wie Citronensäure, Weinsäure etc. sind überflüssig.

Die Frage, ob starke oder schwache Silberbäder vorzuziehen seien, wurde vor einigen Jahren sehr stark ventilirt.

Es scheint auf den ersten Moment, als würde mit schwachen Silberbädern eine Ersparnifs erzielt, dies ist jedoch in vielen Stücken irrig. Jeder Eiweifsbogen, gleichviel ob derselbe auf einem schwachen oder starken Bade sensibilisirt wird, nimmt zunächst eine sich gleichbleibende, seinem Salzgehalt äquivalente Menge Silbersalz behufs der Bildung von Chlorsilber auf, andererseits wird ein beträchtlicher Theil salpetersauren Silbers theils behufs der Bildung eines Silberalbuminats, theils mechanisch absorbirt. Wahrscheinlich ist es, dafs diese letztgenannte Quote des absorbirten Silbersalzes bei schwachen Bädern geringer ist, als bei starken (Analysen darüber liegen noch nicht vor). Ob aber um dieser problematischen Ersparnifs willen der Gebrauch schwacher Bäder anzurathen sei, ist fraglich.

Ein schwaches Bad erschöpft sich rasch, es wird mit jedem Bogen silberärmer und bald sinkt sein Silbergehalt auf eine Stufe, wo es zur Sensibilisation des Bogens nicht mehr genügt, und es giebt dann matte und flaue Bilder.

Ein starkes Bad wird ebenfalls durch den Gebrauch silberärmer, doch bei Weitem nicht so weit wie ein schwaches. Es läfst sich daher ohne Störung bis zum letzten Tropfen aufbrauchen.

Ein schwaches Bad erfordert ein langes Sensibilisiren, ein starkes Bad sensibilisirt rasch und giebt Blätter, die namentlich in trübem Licht viel brillanter copiren, als die auf schwachen Bädern sensibilisirten.

Wer mit einem schwachen Bade arbeiten will, der beachte das Gesagte, prüfe zeitweise dessen Stärke (s. u. die Silberprobe) und füge öfter frisches Silbersalz zur Verstärkung hinzu.

Starke Bäder erfordern diese Umstände nicht.

Von besonderem Interesse ist der Silberverbrauch im Positivprocefs. Dieser hängt von verschiedenen Factoren ab, einerseits vom Salzgehalt, andererseits von der Dicke der Eiweifsschicht, wohl auch von der Dauer des Schwimmenlassens, endlich von dem mehr oder weniger raschen Abheben der Bogen vom Bade, der Stärke desselben etc. Daher ist es kein Wunder, wenn der Silberverbrauch per Bogen von verschiedenen Beobachtern sehr verschieden angegeben wird.

So geben Davanne und Girard den Silberverbrauch per Bogen von 17 × 22″ auf 3,76 Grm. Silbersalz an; Spiller auf 3 Grm., Hardwich auf 30 Gr., d. h. noch nicht ganz 2 Grm.

Da die Angaben so sehr differiren, machte Hr. Meicke im Atelier der Gewerbe-Akademie eine Reihe von Versuchen, um den Silberverbrauch zu bestimmen.

Es wurden 500 Cubikcentimeter Silberbad 1 : 8 angesetzt, dann 20 bis 25 Bogen darauf gesilbert, nachher der Silberverlust mit Vogel's Silberprober bestimmt (s. u.).

Der Rest des Bades wurde wieder auf 500 Cubikcentimeter und den Gehalt 1 : 8 gebracht und von Neuem 20 bis 25 Bogen gesilbert.

So wurde das Bad 5 mal hintereinander von Neuem verstärkt und wieder in Gebrauch genommen.

Das Resultat war:

auf dem	frischen Bade verbraucht 1 Bogen	2,61	Gramm,
- -	einmal verstärkten Bade verbraucht 1 Bogen	2,46	-
- -	zweimal - - - - -	2,38	-
- -	dreimal - - - - -	2,00	-
- -	viermal - - - - -	2,17	-

Es ergiebt sich daraus das sehr merkwürdige Resultat, dafs der *Silberverbrauch* bei einem alten verstärkten Bade geringer ist, als bei einem frischen von *gleichem* Silbergehalt, und dafs der Silberverbrauch sinkt, je öfter das Verstärken wiederholt wird.

Die Ursache dieser Erscheinung mag darin liegen, dafs das salpetersaure Alkali, welches sich bei der Sensibilisation bildet, und dessen Quantität mit jedem Bogen steigt, die Silberabsorption in eigenthümlicher Weise beeinflufst.

Ein Zusatz von salpetersaurem Alkali zu einem frischen Bade dürfte daher nicht unrationell erscheinen.

Im Durchschnitt ergiebt sich der Silberverbrauch auf 2,4 Gramm per Bogen*).

Im Hirsch Nickel'schen Atelier, vielleicht der gröfsten Reproductionsanstalt Deutschlands, ist der Durchschnittsverbrauch an Silber per Bogen $\frac{1}{7}$ Loth = 2,38 Gramm.

Das Goldbad.

Das copirte Bild ist von einer angenehmen violetten Farbe, würde jedoch, in das Licht gebracht, durch weitere Zersetzung bald verschwinden. Um es haltbar zu machen, mufs man die Silbersalze daraus entfernen durch Fixage, ein Auflösungsmittel wie unterschwefligsaures Natron. Dabei nehmen die Bilder aber eine häfsliche gelbe Farbe an. Um diesem Uebelstande zu begegnen, behandelt man die Bilder mit einer Goldlösung. Man tont sie. Hier wirkt das reducirte Silber des Bildes auf die Goldlösung, es bildet sich Chlorsilber und metallisches Gold schlägt sich an Stelle des Silbers nieder. Das Silberbild wird demnach theilweise in ein Goldbild umgewandelt, und um so vollständiger, je länger die Wirkung dauert. Danach ist auch die Farbe des Bildes verschieden, ein kurze Zeit getontes sieht mehr

---

*) Siehe Photogr. Mittheil. IV. Jahrg. S. 286.

bräunlich, ein länger getontes mehr bläulich aus. Die Farbe solcher getonten Bilder wird im Fixirbade nur wenig verändert. Der Tonprocefs macht jedoch die Bilder nicht nur schöner, sondern auch haltbarer. Gold ist atmosphärischen Einflüssen bei Weitem weniger unterworfen, als Silber, und daher hält sich ein getontes Bild entschieden besser als ein nicht getontes.

Neben der Dauer des Tonprocesses ist auch die Reaction des Goldbades von wesentlichem Einflufs auf die Farbe des fertigen Bildes. In einer sauren Goldlösung nehmen die Bilder eine bräunliche, in einer neutralen eine violette, in einer alkalischen Goldlösung eine blau-violette Farbe an. Welche Farbe die schönste ist, ist rein Geschmacksache und daher findet man in der Praxis Bäder sehr verschiedener Reaction in Anwendung. Der Eine empfiehlt dieses, der Andere jenes.

Ein wichtiger Punkt ist ferner die Concentration des Bades. Ein starkes Bad wirkt so rasch, die Farbe ändert sich so schnell von Braun in Blau um, dafs man den Procefs kaum zu überwachen im Stande ist. Dazu bilden sich bei starken Bädern leicht unregelmäfsige Niederschläge in Folge des Einflusses reducirender organischer Substanzen, wie Striemen, Masern. Daher wendet man die Goldlösung gern verdünnt an und um so mehr, je auffallender sich die erwähnten Erscheinungen zeigen. In der Regel nimmt man 1 Theil Goldsalz auf 1000 bis 2000 Theile Wasser.

Gold ist ein äufserst leicht aus seinen Lösungen reducirbares Metall. Schon durch Wirkung des Lichtes schlägt sich aus Goldlösungen braunes oder rothes Goldpulver nieder. Enthält das Wasser nur eine geringe Spur organischer Substanz — und das ist gewöhnlich der Fall — so erfolgt diese Reduction schon im Dunkeln. Daher ist es kein Wunder, dafs auch die verdünnten Goldlösungen, welche wir als Tonbäder verwenden, sich bald zersetzen, obgleich man den sauren Goldbädern eine unbegrenzte Dauer zuschreibt.

In der That sind letztere am längsten haltbar, weniger lange die neutralen, noch kürzer die alkalischen.

Letztere beiden verlieren oft schon nach einer Stunde ihre gelbe Farbe und zu gleicher Zeit ihre tonende Wirkung.

Nach Davanne und Girard erklärt sich dies aus einer eigenthümlichen Wirkung der Alkalien.

Versetzt man eine Goldbadlösung mit einem Alkali- oder alkalisch reagirten Salz, so wird ein goldsaures Salz gebildet

$$Au\,Cl_3 + 4\,Na\,O = Au\,O_3\,Na\,O + 3\,Na\,Cl.$$

Dieses goldsaure Salz wird leicht durch Silber reducirt. Nach kurzer Zeit jedoch wirft sich der sehr locker gebundene Sauerstoff, namentlich bei Gegenwart von überschüssigem freien Alkali, auf das gebildete Na Cl, es entsteht unterchlorigsaures Natron und Goldoxydulnatron

$$Au\,O_3\,Na\,O + Na\,Cl = Au\,O\,Na\,O + Na\,O\,Cl\,O.$$

Das Goldoxydulnatron ist bei Gegenwart überschüssigen Alkalis so beständig, dafs es nicht mehr durch Silber reducirt wird.

Versetzt man ein so verändertes Bad mit Salzsäure, so bildet sich wieder Chlorgold und die Flüssigkeit färbt sich gelb (s. S. 63).

Alle durch Alkalien neutralisirten Bäder erleiden diese Aenderungen. Ist jedoch kein Alkali im Ueberschufs vorhanden oder sind sie, wie man zu sagen pflegt, neutral, so behalten sie ihre tonende Kraft, indem das gebildete Goldoxydsalz ohne Gegenwart überschüssigen Alkalis reducirbar bleibt. Nur ist in diesem Falle die tonende Wirkung etwas anders.

Bei nicht zersetzten Bädern schlägt sich an Stelle von 3 Atomen Silber nur 1 Atom Gold nieder

$$Au\,O_3 + 3\,Ag = 3\,Ag\,O + Au,$$

dagegen bei zersetzten Bädern 1 Atom Gold an Stelle von 1 Atom Silber

$$Au\,O + Ag = Ag\,O + Au.$$

Demnach ist in letzterem Falle der Goldniederschlag reichlicher. Die Bilder behalten daher in solchem Bade mehr von ihrer Kraft als in einem Goldoxydbade, in welchem sie immer etwas in ihrer Intensität reducirt werden. Daher eignen sich Bäder der ersten Art zum Tonen untercopirter Bilder besser.

Eine eigenthümliche Art der Tonbäder bilden die sogenannten Natrontonbäder, die man erhält, wenn man Goldsalzlösung tropfenweise unter Umschütteln zu unterschwefligsaurer Natronlösung setzt. Es bildet sich hierbei ein Doppelsalz von unterschwefligsaurem Natron und unterschwefligsaurem Goldoxydul (s. S. 63), das einem alkalischen Tonbade analog sich verhält, jedoch auch bei Ueberschufs von unterschwefligsaurem Salz reducirbar bleibt.

Diese Bäder wendet man nach dem Fixiren an, während sonst der Tonprocefs dem Fixirprocefs vorausgeht. Sie geben nicht so angenehme Töne als die gewöhnlichen Goldbäder. Die Bilder fallen stark ins Bräunliche und bedürfen einer zweiten Fixirung, wenn sie haltbar sein sollen. Bessere Resultate giebt das Doppelsalz von Rhodangold und Rhodanammon (s. u.).

Das Gesagte wird hinreichen, die chemischen Processe beim Tonen verstehen zu lernen. Wir geben nun hier eine Anzahl der in der Praxis gebräuchlichen Tonrecepte.

Normalgoldlösung und Goldverbrauch.

Zum Ansetzen der Goldbäder bedienen wir uns abgestimmter Lösungen von Goldchloridkalium. Dieses Salz kommt sehr rein im Handel vor, ist luftbeständig, läfst sich daher leichter aufbewahren und abwägen als das immer feuchte Goldchlorid. Wir benutzen als Normalgoldlösung eine Auflösung von

1 Theil Goldchloridkalium,
50 - Wasser.

Diese Lösung messen wir beim Gebrauch in einer getheilten Röhre, Pipette oder Mensur ab.

Auf einen Bogen (17 × 22″) schlagen sich ungefähr 0,01 Gramm metallisches Gold nieder, aufserdem bleibt eine gewisse Quantität Goldlösung an dem Bogen hängen, die 0,01 bis 0,015 Gramm Goldsalz enthält, so dafs im Durchschnitt jeder Bogen 0,03 Gramm Goldsalz verbraucht. Alle Verluste eingerechnet (Tonbadreste etc.), mufs man jedoch die doppelte Goldquantität = 0,06 Gramm = 1 Gran Goldsalz per Bogen in Arbeit nehmen.

1. Alkalische Goldbäder.

a) Borax- und phosphorsaures Natronbad.

Per Bogen Bildfläche:
3 Cubikcent. Normalgoldlösung,
1½ Gramm Borax oder phosphorsaures Natron, vorher gelöst in
200 Theilen Wasser.

Man kann die Boraxlösung vorräthig bereiten und braucht sie dann nur in der nöthigen Quantität abzumessen.

Borax und phosphorsaures Natron sind alkalisch reagirende Salze, die das Goldbad gerade so neutralisiren, wie freies Alkali. Die schwache Borsäure und Phosphorsäure, welche hierbei frei wird, ist ohne merklichen Einflufs. Das Bad hält sich nur kurze Zeit, es mufs daher vor Gebrauch frisch angesetzt werden. Bei niederer Temperatur empfiehlt es sich, dieses Bad vor dem Gebrauch etwas zu erwärmen.*)

b) Chlorkalkbad.

Ein Chlorkalkzusatz zum Tonbad ist bei vielen Photographen in Gebrauch: seine Wirkung ist die, dafs er das Bad alkalischer macht (in Folge der Gegenwart von Aetzkalk) und daher schwärzere Töne liefert. Man stellt das Chlorkalktonbad her, indem man zu dem essigsauren Natronbad (s. u.) 0,03 Gramm Chlorkalk giebt, schüttelt und nach drei Stunden benutzt. Das Bad giebt schwarz violette Töne.

2. Neutrale Goldbäder.

a) Mit Kreide (nach Davanne).

Man nehme per Bogen
3 Cubikcent. Normalgoldlösung,
200 Wasser,
1 Messerspitze geschabte Kreide oder kohlensauren Kalk,

*) Das Boraxbad ist das vom Verfasser gewöhnlich angewendete.

schüttele tüchtig 5 Minuten, dann filtrire man. Die Lösung sieht frisch gelb aus, wird aber nach einigen Stunden farblos, ohne jedoch ihre tonende Kraft zu verlieren (s. o.). Sie tont dann jedoch langsamer. Reiner kohlensaurer Kalk ist der Kreide vorzuziehen, da letztere organische Substanzen enthält, welche das Goldsalz zersetzen.

b) **Mit kohlensaurem Natron.**

Man nehme Goldlösung und Wasser wie oben und versetze unter Umschütteln mit einer kohlensauren Natronlösung 1 : 10 tropfenweise, so lange, bis blaues Lakmuspapier nicht mehr geröthet wird. Das Bad hält sich nicht lange; bei Anwendung von Ueberschufs von Natron wird es zum alkalischen Bade und giebt dann mehr schwarze Töne. Da man bei der Ansetzung dieses Bades leicht Fehler macht, empfiehlt sich folgendes Recept von Mr. England:

3 Cubikcent. Normalgoldlösung,
3 Cubikcent. einer Lösung von kryst. kohlensaurem Natron 1 : 50,
200 Cubikcent. Wasser.

Das Ganze wird circa eine halbe Stunde nach dem Ansetzen benutzt; das Bad ist jedesmal frisch zu bereiten.

3. Saure Goldbäder.

Das essigsaure Natronbad.

Man nehme per Bogen Bildfläche

3 Cubikcent. Normalgoldlösung,
2 Gramm kryst. essigs. Natron, vorher gelöst in
200 Gramm Wasser.

Man brauche das Bad circa 24 Stunden nach der Mischung. Es hält sich längere Zeit, und man hat nur nöthig, es zeitweise durch einige Tropfen Normalgoldlösung zu verstärken. Das Bad giebt mehr bräunliche Töne.

4. Rhodangoldbad.

Fixirnatrongoldbadrecepte empfehlen wir nicht. Wir haben unter den vielen empfohlenen noch kein einziges gefunden, was uns befriedigt hätte. Dagegen verdient das Rhodangoldbad empfohlen zu werden.

Es giebt die reichste Tonabstufung, deren ein Bad fähig ist, je nach der Dauer des Tones. Die nachfolgende Natronfixirung ändert den Ton wenig.

Die Bilder brauchen nicht so stark übercopirt zu werden, wie dies für gewöhnliche Tonbäder nothwendig der Fall ist, ein Vortheil, der bei trübem Wetter sehr schätzbar ist. Das Bild wird nach dem Drucken gewaschen und in folgendes Tonbad getaucht:

	Goldlösung	3	Cubikcent.,
	Schwefelcyanammonium	20	Gramm,
vorher gelöst in	Wasser	100	-

Das Bild wird in dem Bade erst blässer und fuchsig, dann färbt es sich warm und brillant, von Braun durch Violett in Schwarz übergehend. Bei diesem Bade wird etwas mehr Gold gebraucht, als bei einem gewöhnlichen; vielleicht bis 2 Gran per Bogen. Das Goldbad wird nach Gebrauch verwahrt und kann mit zeitweisem Zusatz einiger Tropfen Gold immer und immer wieder benutzt werden.

Dieses Verhältnifs ist bei obigem Tonbadrecepte (3 Cubikcent. Normalgoldlösung enthalten 0,06 Goldsalz) festzuhalten. Was nun die Qualität der zu wählenden Recepte anbetrifft, so giebt das über die Eigenschaften der neutralen, alkalischen und sauren Bäder oben Gesagte dem Leser genügenden Aufschlufs. Es wäre überflüssig und zur Qual für den wählenden Anfänger, noch mehr Recepte hinzufügen zu wollen. Wer mehr schwarze Töne liebt, wähle das Chlorkalk- oder kohlensaure Natronbad; wer braun wünscht, das essigsaure Goldbad; wer purpurviolette Töne liebt, das Borax- oder Kreidebad. Ersteres ist das von uns gewöhnlich angewendete.

Das Fixirbad.

Zum Fixiren im Positivprocefs bedient man sich des unterschwefligsauren Natrons. Das Cyankalium ist nicht anwendbar, weil es die Bilder stark angreift (s. S. 81). Das Rhodanammon ist nicht in Gebrauch gekommen, einerseits wegen seines hohen Preises, andererseits wegen des Uebelstandes, dafs man zwei Fixirbäder bei seiner Anwendung nöthig hat (s. S. 82).

Man nehme eine frische Lösung von

1 Theil unterschwefligsaurem Natron in
4—5 Theilen Wasser.

Schon gebrauchte Lösungen zersetzen sich bald und geben dann Veranlassung zur Vergilbung der Bilder.

Das Papier.

Ueber die Eigenschaften des Papiers ist schon früher die Rede gewesen (s. S. 113). In der photographischen Praxis des Silberdruckprocesses ist das Eiweifspapier das am meisten angewendete. Selten wird es im Atelier gefertigt, sondern gewöhnlich fertig gekauft.

Seine Qualität ist selbst bei derselben Fabrikationsmanier ganz aufserordentlich verschieden. Das Hühnereiweifs zeigt im Sommer andere Eigenschaften als im Winter. Die rasche Veränderlichkeit dieses im nassen Zustande unbeständigsten aller Körper, macht es geradezu unmöglich, das Papier in immer gleichmäfsiger Qualität zu liefern, und daher werden die Klagen über das Eiweifspapier so lange währen, als der Silberdruckprocefs.

Es giebt Papiere, die das Silberbad färben, indem sich ein Theil der organischen Substanz auflöst; es giebt andere, die kurze Zeit

nach dem Sensibilisiren gelb werden, schlecht tonen, im Fixirbade pockig werden etc. Die Zahl dieser Fehler ist Legion und ihre Ursachen sind keineswegs genügend ergründet*). Durch Erfahrung hat man soviel festgestellt, dafs das Eiweifspapier besser arbeitet, wenn es nicht zu trocken ist, und dafs mangelhaftes Papier beim Gebrauche concentrirter Silberbäder bessere Resultate giebt, als beim Gebrauche verdünnter. Es ist daher sehr zu empfehlen, das Eiweifspapier vor dem Sensibilisiren 24 Stunden an einen feuchten Ort zu legen. Die Blasen, welche sich namentlich im Sommer beim Fixiren einstellen, werden dadurch am besten vermieden. Eiweifspapier durch Chlorcalcium in verschlossenen Büchsen conserviren zu wollen, ist ein Fehler (s. u.).

Die Praxis des Silberdrucks.

Bei der praktischen Ausübung des Silberdrucks wird ein vollkommen druckfertiges Negativ vorausgesetzt. Man reinige dasselbe sorgfältigst auf der Rückseite. Sollte diese stark mit Retouche bedeckt sein, so thut man gut, dieselbe zu lackiren, gerade wie die Vorderseite. Das gereinigte Negativ lege man in den Rahmen, dessen Spiegelscheibe vorher gereinigt ist, dann lege man das lichtempfindliche, vollkommen trockene Papier ein.

Sensibilisiren des Papiers.

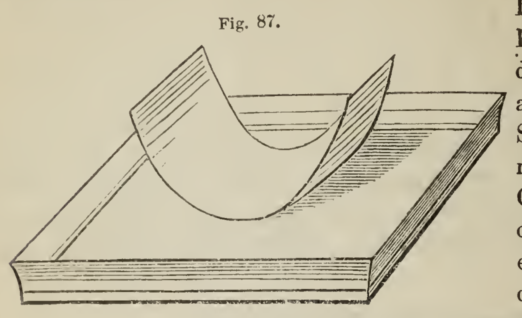
Man filtrire das Silberbad in eine gereinigte Glas- oder Porzellanschale, ziehe mehrmals Schreibpapierstreifen über das Filtrat hinweg, so lange, bis dieselben vollkommen schmutzfrei erscheinen, dann lege man das Papier auf. Die Arbeit kann bei der geringen Empfindlichkeit des Silberpapiers im halbdunklen Zimmer geschehen. Man schneide zunächst das Papier in die Stücke zurecht, deren Gröfse man wünscht (für Massenproductionen empfiehlt sich die Silberung ganzer Bogen), und berühre die Eiweifsfläche des Papieres so wenig wie möglich mit den Fingern; am besten verfährt man beim Schneiden, wenn man die Bogen so kneift, dafs das Eiweifs innen liegt und die Kneifstelle von aufsen mit der Scheere durchschneidet. In dieser Weise vermeidet man das Beschmutzen der Eiweifsseite mit Rost, der leicht zur Entstehung schwarzer Flecke Veranlassung giebt. Wer schweifsige Finger hat, thut gut, auch das Betupfen der Rückseite des Papiers zu meiden und es nur am Rande zu fassen. Gröfste Reinlichkeit der Tische, auf welche man das sensibilisirte und nicht sensibilisirte Eiweifspapier legt, kann nicht oft genug empfohlen werden.

Das Auflegen geschieht durch Fassen des Papiers an zwei einander gegenüberstehenden Seiten oder Ecken, Niedersenken des mittleren Theils,

*) Die Schuld liegt übrigens keineswegs immer am Fabrikanten, sondern oft genug am Photographen.

bis er das Bad berührt, und nachfolgendes Niedersenken der beiden Ränder. Anhalten darf man hier ebensowenig, als beim Silbern einer Negativplatte. Bei diesem Auflegen selbst bleiben gewöhnlich einige Luftblasen unter dem Papiere sitzen und hindern das Sensibilisiren an der betreffenden Stelle. Man hebe daher mit Hülfe eines Horn-, Glas- oder Silberhäkchens das Papier an einer Ecke auf, bis man die ganze Fläche übersehen kann, entferne das anhaftende Bläschen durch Auf- und Niedersenken oder durch leises Berühren mit dem Häkchen, dann senke man das Papier wieder nieder. Die Dauer des Silberns ist je nach der Stärke des Bades, der Temperatur und der Art des Eiweifses etwas verschieden. Wir silbern im Sommer 3, im Winter 4 Minuten. Sehr bequem ist bei Feststellung der Sensibilisationszeit eine Sanduhr. Man hüte sich, Silberlösung auf die Rückseite des Papiers kommen zu lassen. Diese bewirkt stets Flecke. Nach fertigem Sensibilisiren hebe man das Papier an einer Ecke langsam auf und klammere es hängend ein in einem halbdunklen Zimmer. Bei 20° trocknet das Papier sehr rasch von selbst; bei niedrigerer Temperatur hilft man mit einer untergestellten Lampe etwas nach. Man hüte sich jedoch, das Papier dabei zu versengen. Die getrockneten Papiere prüfe man sorglich, ob irgend eine Spur Feuchtigkeit daran zurückgeblieben ist. Nicht selten findet man an den unteren Kanten und Ecken, zuweilen auch in der Mitte noch einige feuchte Stellen, die nachher am Negativ festkleben und dieses verderben. Oft sind dadurch treffliche Negative ruinirt worden.

Fig. 87.



Die getrockneten Papiere behandle man in Bezug auf Anfassen mit den Fingern noch vorsichtiger, als die nicht sensibilisirten. Man bringe sie in einen verschlossenen, reinlichen Holzkasten nach dem Copirraum und lege sie in die Rahmen. Bedingung zur Erzielung eines scharfen Bildes ist innige Berührung zwischen Negativ und Papier; diese erreicht man durch kräftigen Druck. Krumme Platten leiden hier freilich Gefahr des Zerbrechens (s. o.); auch ebene Platten laufen Gefahr, wenn, wie es öfter der Fall ist, Glasplitter oder Sandkörner sich im Copirrahmen finden. Man lege die Papiere mit der sensibilisirten Seite möglichst glatt an, darüber ein Stück Wachspapier, darauf ein Bausch weiches Fliefspapier oder Filz, schliefslich lege man den Deckel auf und schliefse ihn.

Manches Papier trocknet wellig und legt sich schwer glatt an, namentlich wenn es zu trocken ist oder wenn man im Winter im Kalten copirt; man lege für solchen Fall das Papier nach dem Silbern eine Stunde in einen kühlen Raum, lege ferner hinter das Papier im Rahmen ein Stück starken Carton und öffne nach dem Einlegen erst die eine Hälfte, dann die andre, um das Papier glatt zu ziehen. Man lege überhaupt den Rahmen nicht eher an das Licht, als bis man sich von der vollkommenen Anlage des Papiers überzeugt hat.

Das Copiren.

Hat man die Rahmen mit Papier beschickt, so bringe man sie an das Licht. Gut ist es, sie hier so zu ordnen, dafs die gleich lange copirenden zusammenliegen. Man hat dann nur einen der Rahmen zu controlliren und kann daraus einen Schlufs auf das Fortschreiten der übrigen machen.

Das Belichten dauert viel länger als im Negativprocefs. Es währt bei dicken Negativen und schlechtem Wetter oft tagelang und zuweilen vergilbt das Papier im Rahmen, ehe das Bild fertig ist.

Man beobachtet den Fortgang des Copirprocesses schon an der Färbung der überstehenden Ränder des Papieres, diese laufen broncefarben an. Das Negativbild wird bald positiv sichtbar. Um genau über den Fortgang des Papieres sich zu unterrichten, mufs man jedoch zeitweise nachsehen. Man nimmt den Rahmen in das Zimmer, öffnet die eine Hälfte an einem nicht zu hellen Ort, während die andere Hälfte das Papier noch festklemmt und betrachtet das Bild; dann schliefst man die offene Seite und betrachtet die andere Hälfte. Man hüte sich, hierbei das Papier zu verrücken. Manche Rahmen haben nur einen einfachen Deckel, so dafs beim Oeffnen das ganze Papier freiliegt; hier ist die Gefahr der Verschiebung am gröfsten und kann ihr nur durch Ankleben des Papiers an den Rändern mit Hülfe von Gummipapier gesteuert werden.

Der Copirprocefs ist beendet, wenn die feinsten Details in den Lichtern sichtbar geworden sind, der überstehende Papierrand metallisch bronzefarbig erscheint und wenn die Intensität des Bildes etwas stärker ist, als sie bei einem fertigen Bilde gewünscht wird. Letzteres ist nothwendig, weil die Bilder im Goldbade immer etwas blässer werden. Der richtige Grad des Copirens kann nur aus Erfahrung bestimmt werden; er ist auch verschieden nach dem Charakter der Negative und der Goldbäder.

Copiren mit abgetöntem Hintergrund.

Um Bilder mit sanft in Weifs verlaufendem Hintergrund herzustellen (Vignettebilder), deckt man auf das Negativ eine sogenannte Vignettemaske. Dieselbe besteht entweder aus einer Glasplatte, welche in

der Mitte hell ist und allmählich nach dem Rande zu ins Dunkle verläuft, oder einfacher aus einem Stück dunkler Pappe, in welcher, der Figur des abgetönten Bildes entsprechend, ein Loch geschnitten ist. Man legt diesen Pappdeckel auf den Copirrahmen. Je weiter er vom Negativ entfernt ist, desto breiter und sanfter wird der verlaufende Rand, desto langsamer copirt aber auch das Bild. Man mufs dafür Sorge tragen, dafs der Pappdeckel in unverrückter Lage liegen bleibt und den Copirrahmen vollständig zudeckt, damit kein Licht seitlich eindringen und unerwünschte Färbungen erzeugen kann. Man nagelt daher die Pappe am besten fest. Für Massenproduction empfehlen sich Vignetteplatten aus Eisenblech. Weifse Cartons sind bei Verarbeitung zu Vignettepappen zu schwärzen. Von grofsem Vortheil ist das Vignettirverfahren für Negative mit fehlerhaftem Hintergrund.

Copiren unvollkommener Negative.

Die hier gegebenen Copirregeln genügen für ein vollkommenes Negativ, welches brillante und doch nicht zu dichte Lichter und detaillirte Schatten zeigt. Nun giebt es aber oft flaue Negative, bei denen alle Details in den Lichtern schon erschienen sind, ehe die Schwärzen hinreichende Kraft zeigen. Diese copirt man am besten unter einer Scheibe von grünem Glase. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, dafs bei mattem Licht die Contraste in solchem Falle stärker werden, d. h. die Schwärzen dunkler, die Lichter heller. Man kann auch das flaue Negativ auf der Rückseite mit Negativlack überziehen, der mit etwas Drachenblut weinroth gefärbt ist. Dieser Lack schwächt das Licht ähnlich wie eine grüne Scheibe. Dann giebt es auf der andern Seite zu harte Negative, die total verbrannte Schwärzen zeigen würden, wenn man sie bis zur Erscheinung der Details in den Lichtern copiren wollte. Hier kann man nachhelfen, indem man die schwarzen Flächen mit passend ausgeschnittenen Pappdeckeln (Masken) zudeckt, wenn sie hinreichend intensiv sind, und die Lichter weiter exponirt. Kleine Partieen in den Lichtern, die nicht durchcopiren wollen, können auch mit Hülfe eines Brennglases (bei Sonnenlicht) herausgebracht werden.

Das Waschen.

Die copirten Bilder werden aus dem Rahmen genommen und in einen separaten dunklen Kasten gethan (nicht mit den sensibilisirten Papieren zusammen). Sind alle Rahmen fertig copirt, so behandelt man an demselben Tage sämmtliche Bilder gemeinschaftlich in der nachfolgend beschriebenen Weise. Bilder bis zum folgenden Tage behufs der weiteren Behandlung liegen zu lassen, ist nur räthlich, falls man weifs, dafs das Papier sich längere Zeit hält, ohne gelb zu werden.

Der Bogen absorbirt beim Sensibilisiren eine sehr beträchtliche Quantität Silbersalz. Von dieser wird nur der kleinste Theil beim

Belichten reducirt, und es finden sich daher in den copirten Bildern grofse Mengen freien salpetersauren Silbers. Diese würden im Goldbade durch Zersetzung des Goldsalzes entschieden nachtheilig wirken*). Man entfernt sie daher durch Auswaschen; zu dieser Waschung kann man sich der wenig zerbrechlichen Guttapercha- oder Cartonschalen bedienen. Man mache es sich aber hierbei zum Gesetz, diese Schalen einzig und allein zu diesem und keinem anderen Zweck zu verwenden und man nehme diesen Waschprocefs auf einem Tische vor, wo eine Verunreinigung mit anderen Chemicalien, namentlich mit Fixirnatron, nicht zu fürchten ist (s. die Einrichtung des Ateliers in der Gewerbe-Akademie S. 218). Man lege die Blätter eines nach dem andern mit vollkommen reinlichen Fingern in die Schale mit gewöhnlichem Wasser, schwenke diese nach jedem Blatt, so dafs dieselbe vollständig benetzt wird; gewöhnlich wird das Wasser dabei milchig, in Folge der Ausscheidung von Chlorsilber. Nach circa 10 Minuten lege man in derselben Weise die Bilder aus der ersten Schale in die zweite und giefse die milchig erscheinende Flüssigkeit der ersten in die Vorrathstonne für die Silberrückstände; Gleiches geschieht mit der Flüssigkeit der zweiten Schale. Man lege die Bilder in dieser Weise vier- oder fünfmal hintereinander in frisches Wasser. Die beiden letzten Waschwässer giefse man weg, da ihr Silbergehalt zu gering ist. Das letzte Waschwasser darf nicht mehr milchig erscheinen, andernfalls mufs das Waschen noch fortgesetzt werden. Die Arbeit verrichte man in einem halbdunklen Zimmer, sonst leiden die Weifsen der Bilder leicht Gefahr.

Das Tonen.

Das Tonen nehme man sofort nach beendigtem Waschen vor**). Man schütte das Tonbad in eine Schale, die einzig und allein diesem Zwecke dient, wärme diese im Winter etwas an und tauche die Bilder eines nach dem andern mit reinlichen Fingern unter fortwährendem Schwenken ein. Nothwendig ist, dafs die Goldlösung die Bilder vollkommen gleichmäfsig benetzt, sonst tritt leicht ungleiches Tonen ein. Man beobachtet die Farbenveränderung der Bilder bald nach dem Eintauchen, sie werden erst braunviolett, violett, violettblau, endlich blau. Sobald der gewünschte Ton erreicht ist (der violette bis violettblaue dürfte sich des meisten Anklanges erfreuen), nehme man die Bilder sogleich heraus und werfe sie in eine bereitstehende Schale mit Wasser. Der Tonprocefs ist ebenfalls im Halb-

*) Mischt man Silbernitrat mit Chlorgold, so bildet sich Chlorsilber und metallisches Gold; Sauerstoff und Salpetersäure werden frei.

**) Bilder, die sehr lange (circa 12 Stunden) in Wasser liegen, erleiden oft Zersetzungen und tonen dann ungleich.

licht vorzunehmen, sonst leiden die Weifsen. Es macht sich bei Tageslicht besser als bei Lampenlicht (ist man bei Lampenlicht zu arbeiten genöthigt, so stelle man das Licht möglichst nahe der Schale). Am praktischsten ist es, drei Schalen neben einander zu setzen. Links die Schale mit den Bildern im Wasser, in der Mitte die Goldschale, rechts eine Schale mit frischem Wasser. Man werfe nie mehr Bilder gemeinschaftlich in die Tonschale, als man auf einmal controlliren kann, sonst ist leicht Gefahr der Uebertonung. Bilder auf stumpfem Papier tonen schneller als Eiweifsbilder. Man nehme für solche ein möglichst verdünntes Bad oder bringe sie in das durch vorhergehende Eiweifsbildertonung schon etwas erschöpfte Goldbad.

Das Fixiren.

Das Fixiren wird ebenfalls in einer extra dazu bestimmten Schale vorgenommen. Man nimmt die Bilder einzeln aus der Wasserschale (s. o.), taucht sie in die Fixirlösung und schwenkt diese, so dafs sie die Bilder sogleich vollständig überfluthet. Man hüte sich hier vor Beschmutzung der Finger mit Natronlösung, da sonst beim Befassen der getonten, noch unfixirten Bilder mit „Natronfingern" unvermeidlich ein Fleck entsteht. Viele bedienen sich deshalb zum Herausnehmen der noch unfixirten Bilder Zangen von Holz.

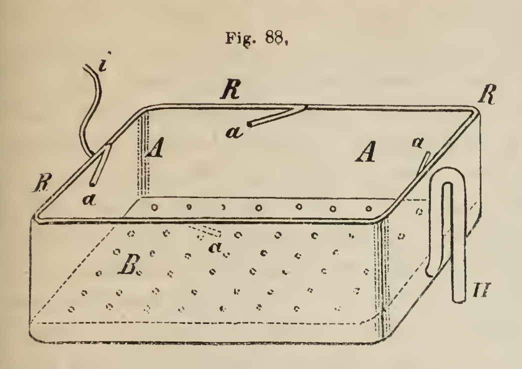
Die Bilder nehmen im Natronbade einen häfslichen Ton an, um so brauner, je kürzer sie getont worden sind, zu gleicher Zeit werden sie blässer. Anfänger mögen sich dadurch nicht täuschen lassen. Der Ton bessert sich nach dem Waschen und Trocknen und die Intensität ist alsdann dieselbe, als wie die Bilder im Tonbade zeigen. Letztere kann man daher als Richtschnur nehmen. Die Dauer des Fixirens ist mindestens 5 Minuten. So lange das Bild noch nicht ausfixirt ist, erscheinen die Weifsen desselben, in der Durchsicht gegen ein helles Licht betrachtet, wolkig.

Das Waschen nach dem Fixiren.

In dem fixirten Bilde findet sich eine beträchtliche Menge von überschüssigem Fixirnatron. Bliebe dieses im Bilde, so würde es sich alsbald zersetzen, Schwefel ausscheiden, und dadurch Veranlassung zur Bildung von Schwefelsilber geben, d. h. das Bild gelb färben. Daher ist das gründliche Auswaschen des Fixirnatrons für die Haltbarkeit der Bilder dringendes Bedürfnifs. Es geschieht das Waschen am einfachsten durch oft gewechseltes Wasser. Für Ateliers empfiehlt sich folgender Waschapparat: *A* (Fig. 88) ist eine Cisterne von lackirtem Blech mit doppeltem Boden, von dem der obere *B* siebförmig durchlöchert ist, *H* ein Heberohr, das in die tiefste Stelle des Kastens mündet, *R* eine Röhre, die entweder mit feinen Spritz-Oeffnungen oder mit Ansatzröhren *a a a a* versehen ist; diese Röhre steht mit der Wasserleitung oder einem Wasserreservoir in Verbindung. Die Dicke des Hebers *H*

wähle man so, daſs er das Gefäſs ungefähr doppelt so rasch entleert, als die Leitung dasselbe füllt. Die fixirten Bilder lege man zunächst zum vorläufigen Abspülen in eine Schale mit frischem Wasser, lasse das Gefäſs *A* voll Wasser laufen und lege die Bilder einzeln hinein, während das Wasser flieſst; sobald das Gefäſs bis zu dem Gipfelpunkt des Hebers gefüllt ist, fängt dieser an zu wirken und saugt trotz des ununterbrochenen Zuflusses das Gefäſs binnen wenigen Minuten leer; sobald das geschehen ist, hört seine Wirkung auf, das Gefäſs füllt sich wieder und das Spiel beginnt von Neuem. In dieser Weise kann man Bilder (je nach ihrer Menge) in 1—2 Stunden vollständig auswaschen. Wichtig ist jedoch hierbei, daſs die Blätter nicht aneinander kleben; geschieht dieses, so bleibt trotz wiederholten Wasserwechsels dennoch leicht Natron zwischen den Bildern zurück. Man sucht dieses Aneinanderkleben durch eine Rotation der Bilder zu vermeiden, indem man das Wasser aus den Röhren *a a* in schiefer Richtung einströmen läſst, die Bilder schwimmen dann in der Richtung des Wasserstrahls herum und trennen sich bei kleinerem Format leicht; bei gröſserem Format ist auch diese Vorrichtung nicht genügend, und hier bleibt nichts weiter übrig, als von Zeit zu Zeit mit der Hand nachzuhelfen und das Waschen möglichst lange fortzusetzen. In groſsen Etablissements wäscht man gewöhnlich die ganze Nacht hindurch.

Fig. 88.



Hr. Schade in Sorau empfiehlt, um das Aneinanderkleben der Bilder zu vermeiden, ein ununterbrochenes Schütteln des Kastens durch Elektromagnetismus (s. Photographische Mittheilungen 1869, Augustheft). — Mitunter kleben die Bilder an der Kastenwandung fest, um dies zu verhindern, läſst man an der Röhre *RR* einige feine Oeffnungen anbringen, durch welche das Wasser an der Wandung herabrieselt.

Um zu prüfen, ob die Bilder hinreichend ausgewaschen sind, benutze man die Jodstärkeprobe des Verfassers. Man trenne die Bilder nach beendigter Waschung unter Wasser und nehme einen Theil des letzten Waschwassers heraus. Behufs der Prüfung nehme man zwei egale, völlig reine Reagenzröhren, fülle in jede gleich viel Jodstärkelösung*), setze zu der einen frisches, noch nicht gebrauchtes

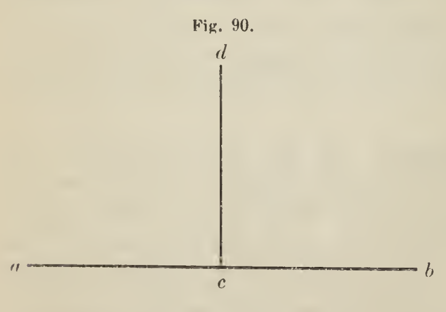
*) Man bereitet diese folgendermaſsen: 1 Gramm Arrowroot wird mit einigen Tropfen kalten Wassers angerührt, darauf circa hundert Theile desstillirtes, siedendes

Wasser aus dem Reservoir, zu der andern genau ebensoviel von dem gebrauchten Waschwasser. Man braucht dann nur beide Röhren zu schütteln und gegen ein weifses Stück Papier zu halten und zu vergleichen; man sieht dann sofort, ob in der einen Röhre eine Entfärbung stattgefunden hat oder nicht. Bedingung ist gröfste Reinlichkeit der Gläser und Hände. Selbst bei millionenfacher Verdünnung wird durch diese Probe das Natron noch angezeigt. Ist diese Anzeige eingetreten, so ist noch eine Spur Natron vorhanden und der Waschprocefs mufs fortgesetzt werden. Will man fertige Bilder in dieser Weise prüfen, so weiche man sie in Wasser und prüfe dieses in analoger Weise. Die fertig gewaschenen Bilder hänge man an einem staubfreien Ort auf reinliche Schnüre zum Trocknen. Viele legen dieselben auch zwischen Fliefspapier; hierbei kommt es wohl vor, dafs bei mangelhafter Waschung letzteres mit der Zeit natronhaltig wird und dann gelbe Flecke auf Bildern verursacht. Nicht selten ist auch frisches Fliefspapier natronhaltig, da dieses der Papiermasse nach dem Bleichen mit Chlor zuweilen zugesetzt wird. Um Papiere auf ihren Natrongehalt zu prüfen, betropfe man sie mit der erwähnten Jodstärkelösung. Eine Entfärbung derselben zeigt den Natrongehalt sofort an. Jedenfalls wechsle man das Trockenpapier öfter.

Das Fertigmachen.

Die getrockneten Bilder werden passend zugeschnitten, am besten mit Hülfe eines scharfen Stahlmessers, auf einer Spiegelplatte mit Glaslineal resp. Schablone. Man hat hier rechtwinklige und runde Schablonen, erstere sind nicht selten schiefwinklig, man erkennt das leicht, wenn man eine gerade Linie *ab* zieht, mit der Schablone eine Senkrechte *cd* darauf errichtet und die Schablone rechts und links von *c d* anlegt; sie mufs dann genau an beide Linien passen. Bei kleineren Bildern, wie Karten, bedient man sich auch der Glasschablonen, die in dem betreffenden Format ausgeschnitten sind. Die ausgeschnittenen Bilder müssen behufs gröfserer Festigkeit auf Carton gezogen werden. Der Carton ist nicht selten natronhaltig, man prüfe in zweifelhaften Fällen darauf mit Jodstärkelösung (s. o.). Der Carton ist entweder geleimt

Fig. 90.



Wasser gegossen und später circa 20 Gramm chemisch reinen Salpeters behufs der Haltbarkeit zugegeben; zu der erkalteten Stärkelösung setzt man 20 Gramm einer weingelben Lösung von Jod in Jodkaliumlösung (ein Krümelchen Jod in Jodkaliumlösung 1 : 20 gethan, giebt diese Lösung in wenigen Secunden). Man erhält so eine circa vier Wochen haltbare blaue Jodstärkelösung.

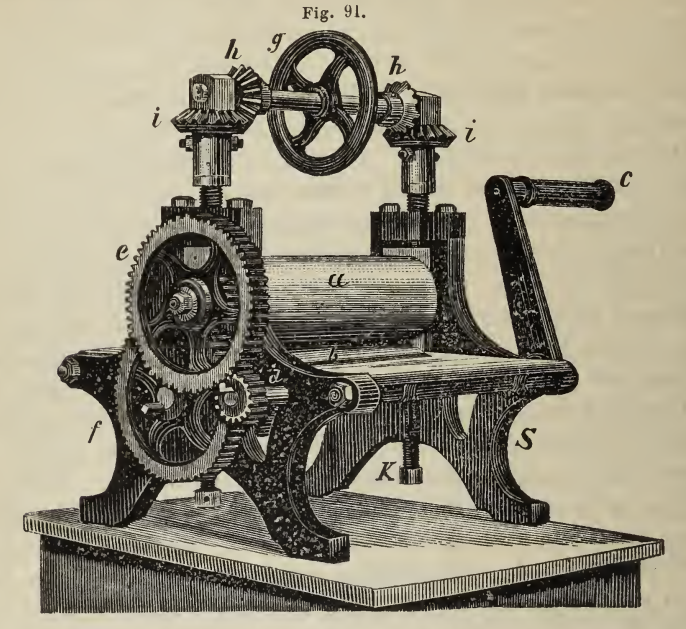
oder ungeleimt; letztere werden bei Massenproduction ihres billigeren Preises wegen vorgezogen. Die Bilder kleben sich darauf bequem auf, haben jedoch den Uebelstand, sich sehr stark zu werfen, da das Bild sich beim Trocknen zusammenzieht. Man vermeidet dieses durch vorsichtiges Anfeuchten des Cartons von der Rückseite vor dem Aufkleben. Oft haben die Cartons einen Tondruck; man wähle diesen möglichst blafs in Farbe, ebenso sorge man dafür, dafs Unterschriften und ähnliche Ausstattung nicht zu grell hervortreten. Ist der Tondruck zu fett, so erschwert er das Aufkleben. Als Bindemittel bedient man sich am besten des Kleisters (s. S. 93). Man nehme diesen stets frisch und meide Zusatz von Salzen, wie Alaun u. dgl.; letztere sind nicht selten Ursache des Verderbens von Bildern. Zusatz von Alkohol soll den Kleister haltbarer machen. Nothwendig ist, dafs der Kleister vollkommen homogen sei. Man quirle ihn tüchtig und seihe ihn, so lange er noch heifs ist, durch dünnen Mousselin. Das Aufstreichen desselben und Aufkleben ist Sache der Erfahrung, doch eignet man sich hier bald die nöthige Geschicklichkeit an. Viele benutzen zum Aufkleben Gelatinelösung, wir finden dieselbe nicht so bequem als Kleister. Die aufgezogenen Bilder lasse man trocknen. Bilder auf ungeleimtem Carton lege man, durch einzelne glatte Fliefspapierbogen getrennt, zwischen zwei starke ebene Bretter. Man vermeidet dadurch das Werfen und sichert ein leichtes Satiniren. Das Satiniren pflegt man vorzunehmen, um den Bildern, die beim Aufkleben etwas rauh werden, die gehörige Glätte zu ertheilen. Die Glättmaschinen, welche man zu diesem Behufe anwendet, sind gewöhnlich nicht sehr vollkommen construirt. Der Preis derselben ist so niedrig, dafs für denselben nichts sonderlich Gutes geliefert werden kann.

Sie bestehen aus einer polirten Stahlplatte*) (Fig. 91), auf welcher die aufgezogenen Bilder, die Bildseite nach unten, gelegt werden, und die zwischen Walzen *a b* eingeschoben wird. Bedingung ist genaue Parallelstellung der Walzen, diese wird bewirkt mit Hülfe von Schrauben *k* an der untern Seite. Man verrichtet dies vor dem Einschieben der Platte, indem man die Entfernung der Walzen von einander mit dem Auge gegen ein helles Licht genau abvisirt. Man schiebt dann die Platte ein, schraubt die Walzen durch Drehung von *g* zusammen und putzt die Platte und die Walzen so sorglich als möglich. Zur Prüfung, ob alles rein geputzt ist und normal walzt, läfst man einen reinen weifsen Cartonbogen durchgehen. Die Bilder legt man vollkommen trocken (sonst kleben sie fest) auf die Walzplatte — bei kleineren Formaten mehrere auf einmal — und walzt sie hindurch. Etwaige Retouche bringt man am besten vor dem Walzen an; sie ist eingewalzt weniger auffallend.

*) In der Figur ist dieselbe, um die Walzen- und Getriebeconstruction besser zu zeigen, weggelassen.

Für kleinere Formate, z. B. Visits und Cabinets, hat man kleine Maschinen mit glatten Walzen ohne Platte, die sehr bequem sind. Manche legen Prefscarton über die zu walzenden Bilder. Zu beachten

Fig. 91.



ist, dafs Eindrücke im Prefscarton von früher gewalzten Bildern sich bei später zu walzenden Bildern leicht markiren; man sorge dafür, dafs dieselben nicht in die Mitte fallen.

Wichtig ist bei grofsen Bildern, dafs man dieselben schon vor dem Walzen möglichst eben halte; man erreicht dies durch leises Anfeuchten des Cartons an der Rückseite vor dem Aufkleben, durch Trocknenlassen zwischen Fliefspapier unter Pressung (s. o.) und durch Andrücken eines Lineals beim Eintritt in die Walze. Für gröfsere Bilder mufs die Walze sehr vollkommen construirt sein; eine geringe Ungleichmäfsigkeit im Druck läfst sich oft corrigiren, wenn man unter die Stahlplatte ein Stück Carton legt.

Nach vollendetem Aufwalzen sind die Bilder, abgesehen von etwaiger Retouche, fertig zum Abliefern. Viele Photographen pflegen ihnen vorher durch Wachsen Glanz zu ertheilen. Man nimmt dazu das käufliche Cerat, vertheilt eine kleine Quantität desselben auf dem Bilde und reibt dieses möglichst kräftig und gleichmäfsig mit einem Wollenlappen ein. Die Tiefen treten in Folge dessen mehr hervor, das ganze Bild erscheint brillanter und die Retouche wird völlig unsichtbar und für Feuchtigkeit unangreifbar. Leider schlägt das Cerat mit der Zeit ein, wie man zu sagen pflegt, und das Bild erscheint dann so matt, wie ohne Cerat. Das Wachsen kann jedoch wiederholt werden.

Wartung der Utensilien und Chemicalien im Positivprocefs.

Wartung der Negative.

Die Negative sind die photographischen Druckplatten, auf deren gute Erhaltung der Photograph um so mehr Gewicht legen mufs, je mehr Abzüge davon gemacht werden sollen, und diese Aufgabe wird um so schwieriger, als einerseits leider das Material der Druckplatten zu dem gebrechlichsten gehört, was existirt, andererseits aber auch die Druckschicht, d. h. die lackirte Collodionschicht, verglichen mit einem lithographischen Stein oder einer geätzten Kupferplatte, eine äufserst weiche, leicht verletzbare Fläche darstellt. Rechnet man nun die jetzt fast unentbehrliche Negativretouche hinzu, die als lockere Tusche oder Oelfarbe auf der Glas- oder Lackseite liegt, und schon mit dem Finger abgewischt werden kann, und bedenkt man ferner, dafs zum Druck ein mit einem der ätzendsten Chemicalien — Höllenstein — imprägnirtes Papier angewendet wird, das natürlich seine Wirkung auf den Lack äufsert, so mufs man sich factisch wundern, dafs die Negative noch so viel aushalten. Man berühre ein Negativ, von dem einige Dutzend Copieen genommen worden sind, einmal mit der Zungenspitze, und man wird staunen, wie stark dasselbe — nach Silbersalz schmeckt. Schon dieser Umstand weifst auf chemische Veränderungen hin, welche mit dem Negative im Laufe der Arbeit vorgehen. Das Silbersalz wird theilweise vom Lack absorbirt, kein Wunder, dafs dieser alsdann sich im Lichte etwas färbt — gewöhnlich gelblich — und dafs in Folge dessen bei einer grofsen Auflage die letzten Drucke im Allgemeinen ein wenig härter erscheinen. Unter Umständen kann das bei flauen Negativen von Vortheil sein. Eine andere Veränderung, welche viel gefährlicher ist, als die eben besprochene, ist aber die durch Feuchtigkeit bewirkte. Herr Stiehm theilte in den „Photographischen Mittheilungen" einen Versuch mit, der in charakteristischer Weise den Eindruck der Feuchtigkeit zeigt. Er legte feuchtes Löschpapier auf ein lackirtes Negativ und dasselbe bekam nach zwölf Stunden Sprünge. Diese Sprünge sind es, welche leider nur zu häufig freiwillig eintreten, und manches schöne Negativ zu Schanden machen. Am häufigsten zeigen sich selbe bei Spiegelplatten, und wir hörten einmal sogar die Behauptung, sie kämen nur bei solchen vor. Unsere Erfahrungen lehren jedoch, dafs auch rheinische

Platten diese Fatalität zeigen, wenn auch viel seltener, und sind wir der Ueberzeugung, dafs Feuchtigkeit die Hauptursache ihrer Entstehung ist. Es kam uns vor, dafs von einer Reihe gleichzeitig angefertigter Negative, die alle mit gleichen Stoffen unter gleichen Umständen hergestellt waren, einige rissig wurden, die wir in Druck gegeben hatten, während die anderen im Schrank aufbewahrten unversehrt blieben. Aber hierbei stellte sich heraus, dafs ein Negativ, welches in einem sehr feuchten Raume copirt worden war, zuerst Sprünge bekam, und ferner wurde constatirt, dafs grobe Nachlässigkeiten des Copirers mit unterliefen, indem derselbe unvollkommen getrocknetes Papier aufgelegt hatte. Man läfst den Copirern oft zu viel freien Willen. Nirgends ist mehr wie hier strenge Aufsicht erforderlich; sie haben das Kostbarste in der Hand, was der Photograph besitzt, die Negative, und wie gehen sie oft mit diesen um! Wir haben beobachtet, dafs in Copirrahmen, welche erst bei einbrechendem Regenwetter vom Dache hereingenommen wurden, ein paar Regentropfen den Weg zum Deckbausch gefunden und natürlich diesen feucht gemacht hatten, und dennoch fiel es dem Copirer nicht ein, den feuchten Bausch mit einem trockenen zu vertauschen. Man kann sich die Folgen eines solchen Verfahrens denken. Sie äufsern sich vielleicht nicht sofort, aber nach dem zwanzigsten oder vierzigsten Drucke bekommt der Lack Sprünge! Wie manches Negativ total entzwei geht in Folge der Wirkung von Sandkörnchen, die durch Nachlässigkeit in den Copirrahmen gelangen, wie viele Lackschichten durch rohe Behandlung zerkratzt werden, ahnen manche Principale gar nicht. — Diese Umstände erklären nun auch die ungleiche Haltbarkeit der Negative in unseren Vorrathsschränken. Manche Photographen heben ihre Negative in Plattenkästen auf. Das Verfahren ist nur empfehlenswerth, wenn dieselben aus vollkommen trockenem und gut gefirnifstem Holze gemacht sind. Besser ist die Aufbewahrung in luftigen Schränken im trockenen Zimmer, und halten wir es für gut, wenn die Schränke nicht dicht an die Wand gerückt, sondern durch einen Zwischenraum davon getrennt sind. Wir haben es erfahren, dafs Schäden im Dache Einsickern von Regenwasser in das Negativzimmer veranlafsten; es bildete sich ein feuchter Streifen an der sonst trockenen Wand, dieser wurde, weil durch den Schrank verdeckt, anfangs gar nicht bemerkt, bis sich die Feuchtigkeit in der Rückwand des Schrankes endlich selbst als senkrechter Streifen markirte. In der That gingen in diesem Behältnisse einige Negative durch Eintreten der Sprünge verloren. Einen Umstand erwähnen wir noch als charakteristisch. Verfasser dieses beobachtete, dafs die in dem feuchten Klima von Aden hergestellten Negative eine aufserordentlich leicht verletzbare Schicht zeigen, während die in der trockenen Wüste gefertigten sich äufserst dauerhaft erweisen. So spielt also die Feuchtigkeit schon bei Herstellung der Negative

eine Rolle in Bezug auf ihre Haltbarkeit. Nach den Erfahrungen des Verfassers sind die Schutzmittel, welche man zur Dauerhaftmachung der Negative empfohlen hat, namentlich Ueberziehen mit Kautschucklösung vor dem Lackiren nicht viel werth, im Gegentheil, sie machen die Schicht noch verletzbarer.

Viele Photographen empfehlen die Negative zur Vermeidung der Sprünge vor dem Lackiren mit Gummilösung 1:30 zu übergiefsen. Doch sind auch solche Platten vor dem Rissigwerden nicht geschützt.

Eben so schlimm sieht es mit dem Restauriren rissiger Negative aus; die Methode, dieselben Aether-Alkoholdünsten auszusetzen (indem man die Negative auf eine Schale deckt, die diese Fluida enthält), ist vielfach empfohlen worden, sie hilft jedoch, wie wir uns überzeugt haben, nicht immer. Die Sprünge sind nämlich verschiedener Natur, manche sind maulwurfsgangähnlich aufgeworfen. Diese verschwinden fast völlig, wenn man das Negativ auf eine Schale deckt, auf deren Boden etwas Alkohol gegossen ist. Der Lack weicht dann innerhalb 24 Stunden auf und die Risse gehen zusammen. Man erwärmt dann das Negativ, um den Lack wieder zu erhärten. Dann giebt es noch eine zweite Art Risse; sogenannte Haarrisse. Diese sind nicht erhaben, sondern vertieft, sie lassen sich durch leises Ueberreiben mit grauem, durch Eisenvitriol niedergeschlagenem Silberpulver resp. Rufs theilweise ausfüllen. Manche gehen zusammen durch Drücken mit dem Fingernagel; durch Alkoholdämpfe verschwinden diese Haarrisse nicht. Manche verschwinden beim Erwärmen der Platte vollständig, stellen sich jedoch leider mit der Zeit wieder ein. Unter solchen Umständen ist ein Verfahren, welches uns Vervielfältigung der Negative erlaubt, für den Photographen geradezu unschätzbar. Wir besprechen ein solches weiter unten.

Wartung des Papieres. — Ammoniakräucherung.

Die photographischen Papiere sind, an einem trocknen Orte aufbewahrt, sehr lange haltbar und scheint es sogar, als wenn lange gelagerte Albuminpapiere bessere Resultate geben als frische. In der Albuminschicht selbst gehen zwar mit der Zeit Veränderungen vor sich, es entwickeln sich Gase und unter Umständen können diese Zersetzungsproducte nachtheilig auf den Procefs wirken. Es ist z. B. constatirt, dafs in Blechkästen verlöthetes, nach Amerika gesendetes anerkannt gutes Albuminpapier bei der Ankunft daselbst sich fast unbrauchbar erwies, nach längerer Auslüftung jedoch gute Resultate ergab. Dieser Umstand läfst die Aufbewahrung an einem luftigen Orte räthlicher erscheinen. Eine andre eigenthümliche Erscheinung ist das Factum, dafs in Amerika oft das Papier nach dem Silbern eine Räucherung mit Ammoniak erfordert, wenn es gute Resultate geben soll.

Eine solche Räucherung befördert den Copirprocefs insofern, als sie das Papier lichtempfindlicher macht, wahrscheinlich in Folge der Bildung einer Doppelverbindung (salpetersauren Silberoxydammons). Auch hier in Europa wird diese Räucherung hier und da angewendet. Man nimmt sie in der einfachsten Weise dadurch vor, dafs man gesilbertes und getrocknetes Papier in einem Schrank aufhängt, auf dessen Boden eine Schale mit Ammoniak steht. Bei Räucherung grofser Quantitäten empfiehlt es sich, mehrere Schalen in dem Schranke oben und unten zu placiren.

Die Dauer des Räucherns ist ungefähr eine halbe Stunde.

Ein andrer Umstand, der die Brauchbarkeit der Papiere sehr beeinflufst, ist die gröfsere oder geringere Trockenheit der Eiweifsfläche.

Ist diese sehr trocken, z. B. im heifsen Sommer, so beobachtet man nicht selten ein fettartiges Abstofsen des Silberbades und Pockenbildung.

Letztere besteht in pockenartigen Blasen, die sich einstellen, wenn die Bilder aus dem Fixirbade in das Waschwasser gebracht werden. Mitunter verschwinden die Pocken beim Trocknen wieder, mitunter jedoch platzen sie und verderben das Bild.

Man vermeidet diese Erscheinung dadurch, dafs man das Papier 24 Stunden vor dem Silbern in einzelnen Bogen in einen feuchten, kühlen Raum, z. B. einen Keller, legt.

Sollten sich dennoch einzelne Pocken einstellen, so tauche man die Bilder nicht sofort aus dem Fixirbade in reines Wasser, sondern zunächst in zur Hälfte verdünnte Fixirlösung, dann in vierfach verdünnte u. s. f., und bringe sie so, durch drei oder vier immer schwächere Lösungen gehend, schliefslich in reines Wasser.

Es geht aus den erwähnten Thatsachen hervor, dafs das Papier, um gute Resultate zu geben, einen gewissen Feuchtigkeitsgrad haben mufs.

Dieses gilt auch von dem gesilberten Papier. Schliefst man dieses in einer Büchse mit Chlorcalcium ein, so entzieht ihm letzteres alles Wasser. Das Papier hält sich zwar in Folge dessen lange weifs, aber es giebt auch durchaus unbefriedigende Resultate.

Das Gelbwerden gesilberter Papiere ist ein Fehler, der dem Photographen im heifsen Sommer viel zu schaffen macht. Es tritt namentlich bei Papieren ein, die mit altem vergohrenen Eiweifs dargestellt sind. Die Gelbfärbung verschwindet im Goldbade und Fixirbade theilweise, namentlich wenn man dem letzteren ein Tausendtheil Cyankalium zusetzt. Dennoch zeigen die mit solchem Papiere erzeugten Bilder keine sonderliche Brillanz (s. u. S. 318).

Wartung des Positivsilberbades.

Das Positivsilberbad ist bei Weitem nicht solchen vielfältigen Zufällen unterworfen als das Negativbad. Letzteres wird durch mikroskopische Mengen organischer Substanzen, Säuren etc. schon erheblich afficirt, ja unter Umständen unbrauchbar gemacht. Das Positivsilberbad verträgt solche mikroskopische Verunreinigungen oft ohne sonderlichen Schaden. Es ist offenbar, dafs dasselbe gerade so, wie das Negativbad, mit jedem Bogen salzreicher wird, indem die durch Wechselzersetzung entstandenen salpetersauren Salze in dasselbe übergehen (s. o. S. 287). Diese scheinen aber keineswegs zu schaden, sondern sie üben im Gegentheil eine nützliche Wirkung, denn auffälliger Weise ist der Silberverbrauch auf einem alten salzreichen Positivbade geringer (s. oben S. 293).

Aufserdem aber gehen organische Verunreinigungen aus dem Papier in das Silberbad über. Das Eiweifs unserer Papierbogen befindet sich in einem sehr verschiedenen Zustande. Manches ist nach einer Abgährung, andres wieder frisch aufgetragen. Seine chemischen Eigenschaften sind deshalb nicht dieselben und daher kommt es, dafs manche Papiere in solchem Mafse organische Materie an das Silberbad abgeben, dafs es schon nach wenigen Bogen braun wird. In diesem Zustande ist das Bad zum gleichmäfsigen Silbern nicht mehr brauchbar.

Glücklicher Weise besitzen wir in dem übermangansauren Kali ein Mittel, solches braun gewordene Bad sofort wieder zu restauriren. Die Methode ist dieselbe wie die oben beim Negativsilberbade angegebene (s. S. 286).

Früher pflegte man das braun gewordene Bad zu sonnen; diese Methode führt ebenfalls zum Ziel, aber langsam.

Neben der Stärke des Bades ist die Reaction desselben zu beachten. Die günstigsten Resultate liefert ein neutrales Bad.

Nicht selten wird aber ein anfangs neutrales Bad sauer, wenn die Reaction des Eiweifspapiers sauer ist; in diesem Fall tritt leicht Bräunung ein und werden die Bilder grau und flau. Prüfung mit Lackmuspapier und Zusatz von wenig Sodalösung hilft dem Fehler leicht ab. Sehr gut ist für die Neutralhaltung des Bades ein Zusatz von kohlensaurem Silberoxyd, welches man in die Vorrathsflasche thut; man kann dieses leicht durch Zumischen von etwas kohlensaurem Natron zum Silberbade herstellen. Manche Papiere vertragen ein alkalisches Silberbad ohne Nachtheil, gewöhnlich enthalten solche eine gewisse Quantität freier Säure. Manche Fabrikanten pflegen dem Eiweifs absichtlich organische Säuren zuzusetzen, z. B. Citronsäure, diese bewirken einen mehr röthlichen Ton und halten die gesilberte Fläche länger weifs.

Wir halten solche Zusätze für nicht räthlich. Ein Theil der Säure

geht in das Silberbad und scheint unter Umständen ebenfalls ein Rothwerden desselben zu veranlassen.

Ein alkalisch reagirendes Bad greift zuweilen leicht lösliche Eiweifsschichten ein. Man neutralisirt dann am besten mit einer schwachen Säure, z. B. Essigsäure. *)

Eine andere Veränderung, die das Bad erleidet, besteht in der Entziehung von Silbersalz.

Dieser Umstand ist bei sehr starken Bädern ($12\frac{1}{2}$ pCt. und darüber) nicht von grofsem Belang; selbst wenn der Gehalt an Silber auf 5 pCt. gesunken ist, arbeitet dennoch das Bad ohne Nachtheil, falls man Papiere von guter Qualität silbert.

Andernfalls aber offenbart sich die Silberarmuth des Bades alsbald durch Flauheit der erzielten Drucke. Die Schwärzen erscheinen nicht kräftig, die Lichter grau, das Bild monoton, oder aber durch Ablösung der Eiweifsschicht. Insofern ist eine zeitweise Controlle des Silbergehalts des Bades während des Arbeitens und ein Zusatz von frischem Silbersalz nach Mafsgabe der Stärke eine unerläfsliche Nothwendigkeit.

Man hat zu dem Zweck Senkspindeln, sogenannte Silbermesser, d. h. Araeometer, die um so tiefer einsinken, je schwächer die Lösung ist und an einer Skala den Silbergehalt einfach ablesen lassen. Wenn die Angaben dieser Instrumente zuverlässig wären, so wäre gegen den Gebrauch derselben wenig einzuwenden. Nun ist es aber bekannt, dafs die Angaben dieser Instrumente durch Gehalt der Flüssigkeit an Alkohol, Aether, Essigsäure, verschiedenen Salzen im höchsten Grade modificirt werden, so dafs dieselben in solchem Falle nicht nur total unbrauchbar, sondern sogar schädlich sind, weil sie durch ihre falschen Angaben Täuschungen und Irrthümer höchst fataler Art hervorrufen. Solche Erfahrungen machen die Einführung einer zuverlässigen Methode zur Prüfung des Silbergehalts zu einer unbedingten Nothwendigkeit.

Gay Lussac gab uns eine solche Methode in dem sogenanntem Titrirverfahren mit Kochsalz. Eine Kochsalzlösung von ganz bestimmter Stärke wird zu einer Silberlösung getröpfelt so lange, bis kein Niederschlag von Chlorsilber mehr entsteht. Aus der Quantität der verbrauchten Kochsalzlösung macht man dann einen Schlufs auf die Stärke der Silberlösung. Leider hat diese Methode den Fehler, dafs man den Endpunkt der Fällung in der trüben Flüssigkeit sehr schwer erkennen kann. Von diesem Fehler ist die folgende Methode des Verfassers frei.

---

*) Nach Mr. England soll sich ein braungewordenes Bad durch 10 bis 15 Minuten langes Sieden entfärben lassen. Es scheidet sich dann die organische Materie mit einem Theil des Silbers aus.

Diese Methode gründet sich auf die eigenthümliche Wirkung des Jodkaliums auf Silberlösungen einerseits und auf Salpetersäure andererseits. Setzt man Jodkalium zu Silberlösungen, so wird gelbes Jodsilber niedergeschlagen; setzt man Jodkalium zu einer Mischung von verdünntem Stärkekleister und Salpetersäure, die etwas salpetrige Säure enthält, so scheidet sich augenblicklich Jod aus, das die ganze Flüssigkeit tief blau färbt.

Setzt man nun Jodkaliumlösung zu einer Mischung von Silberlösung mit Salpetersäure und Stärke, so gehen beide Processe gleichzeitig vor sich, es bildet sich Jodsilber, welches sich niederschlägt und freies Jod, welches die Flüssigkeit bei Gegenwart von Stärkelösung blau färbt. So lange aber noch freies Silbersalz in Lösung ist, verschwindet diese blaue Farbe beim Umschütteln sogleich, und die Flüssigkeit erscheint dann rein gelb. Fährt man nun mit dem tropfenweisen Zusatz von Jodkaliumlösung fort, so kommt man bald an einen Punkt, wo die anfangs sichtbare blaue Färbung beim Umschütteln nicht mehr verschwindet, sondern stehen bleibt; dann ist alles freie Silbersalz ausgefällt und aus der Menge der verbrauchten Jodkaliumlösung kann man dann leicht die Menge des gefällten Silbers bestimmen. Der Punkt, wo alles Silbersalz ausgefällt ist, läſst sich so durch die blaue Färbung mit überraschender Genauigkeit erkennen, ein einziger Tropfen Jodkalium im Ueberschuſs genügt, die ganze Flüssigkeit intensiv und dauernd blau zu färben. (Ist Jodsilber in gröſserer Menge vorhanden, so ist die Färbung mehr grün als blau.)

Um nun diese Bestimmung praktisch auszuführen, stellt man sich eine Jodkaliumlösung dar, die in 1023,4 Cubikcentimetern genau 10 Grm. chemisch reines getrocknetes Jodkalium enthält. 100 Cubikcentimeter dieser Lösung fällen genau 1 Gramm Silbersalpeter, so daſs, wenn man einen Cubikcentimeter Silberlösung zur Probe abmiſst, jeder Cubikcentimeter Jodkaliumlösung 1 pCt. Silbersalz angiebt.

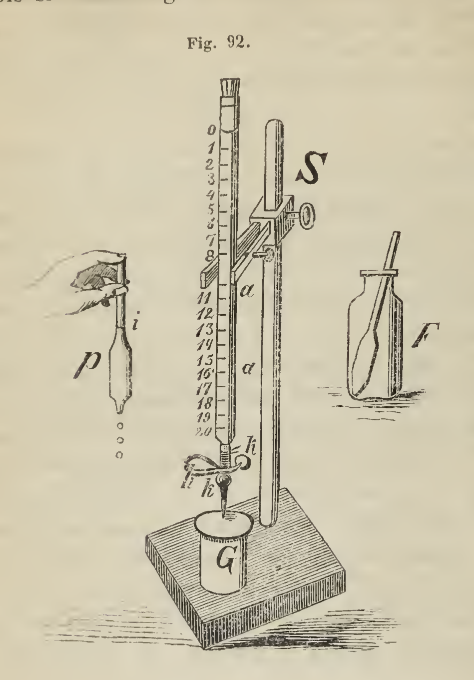
Diese Lösung füllt man vorsichtig unter Vermeidung von Blasen in die schief gehaltene Mohr'sche Quetschhahnbürette *a* (dieselbe ist in $\frac{1}{5}$ Cubikcentimeter getheilt), spannt diese dann in den Halter *S*, öffnet den unten angebrachten Quetschhahn *h**) durch Drücken auf die Knöpfe *kk* weit und läſst ablaufen, bis die untere Krümmung der Flüssigkeitsoberfläche den Nullpunkt berührt. Das anfangs weite Oeffnen des Hahns ist nöthig, um die Luft oder alte Lösung, welche sich in dem Röhrchen unter dem Quetschhahn befindet, auszutreiben. Man achte darauf!

---

*) Diese Quetschhähne sind äuſserst bequem; man hat es mit Hülfe derselben ganz in seiner Gewalt, durch stärkeres oder leiseres Drücken einen ganzen Strahl oder einen einzigen Tropfen ausflieſsen zu lassen.

Ist das geschehen, so taucht man die gereinigte und getrocknete Pipette *p* in die zu prüfende Silberlösung *), saugt am oberen Ende, bis sie nahezu gefüllt ist und verschliefst dasselbe dann rasch mit dem trocknen Zeigefinger, hebt die Pipette heraus und läfst nun durch leises Oeffnen des Fingers die Flüssigkeit bis zur Marke *i* ablaufen. Dann hält man das untere Ende der so genau ein Cubikcent. haltenden Pipette an die Wand des gereinigten Gläschens *G*, läfst auslaufen, indem man oben bläst **). (Ein kleiner Rest Flüssigkeit, der hierbei in der Spitze der Pipette hängen bleibt, wird unberücksichtigt gelassen.)

Fig. 92.



Dann nimmt man mit einer zweiten ähnlichen Pipette ungefähr 1—2 Cubikcentim. Salpetersäure aus dem Fläschchen *F*; für starke Silberlösungen etwas mehr, für schwache weniger. Diese Pipette entleert man ebenfalls in das Gläschen *G*, indem man an dem oberen Ende bläst, und setzt schliefslich noch zu der Flüssigkeit 10 bis 14 Tropfen Stärkelösung. Jetzt kann die Bestimmung beginnen. Man überzeugt sich nochmals von dem richtigen Stand der Flüssigkeit in der Bürette, hält das Gläschen mit der linken Hand hoch, öffnet den Quetschhahn vorsichtig und läfst einige Tropfen einfliefsen; ist die Silberlösung stark, so entsteht anfangs nur ein gelber Niederschlag, erst später tritt die blaue Färbung ein; ist sie schwach, so erscheint die blaue Farbe sogleich, verschwindet aber beim Schwenken des Gläschens. Man läfst nun (im ersteren Fall anfangs dreister, im letzteren vorsichtiger) Jodkaliumlösung hinzutröpfeln unter fortwährender Schwenkung des Gläschens *a*. Die

*) Selbstverständlich darf die Pipette keine anhängende alte Lösung mehr enthalten, sonst würde sich die neu aufgesaugte mit derselben mischen und ihren Gehalt ändern. Man kann sich in der Praxis hier auch so helfen, dafs man die Pipette mit der zu prüfenden Silberlösung vollsaugt, wieder ausbläst, und dieses noch zweimal wiederholt, ehe man abmifst.

**) Man kann statt des Gläschens auch einen Stehkolben nehmen. Derselbe ist zum Schütteln bequemer.

anfangs eintretende Blaufärbung verschwindet zum Schlufs beim Schwenken langsamer — das ist ein Merkzeichen. — Schliefslich kommt man an einen Punkt, wo ein einziger Tropfen hinreicht, eine dauernde (beim Umschütteln nicht mehr verschwindende) Blau- oder Grünfärbung hervorzubringen, dann läfst man den Quetschhahn los und liest den Stand der Flüssigkeit in der Bürette an der Skala ab; steht dieselbe z. B. = $7\frac{3}{5}$, so enthält die angewendete Silberlösung $7\frac{3}{5}$ pCt., d. h. in 100 Cubikcent. $7\frac{3}{5}$ Gramm Silbersalz. Man kann übrigens noch mit Leichtigkeit Zehntelprocente ablesen. — Wer nicht mit Büretten und Pipetten zu arbeiten gewöhnt ist, der wird sich anfangs bei dieser Probe etwas ungeschickt anstellen, einige Versuche schaffen aber leicht die nöthige Sicherheit.

Bei starken Silberlösungen ist es rathsam, während der Fällung durch Jodkalium nahe am Schlufs noch einige Tropfen Stärkelösung zuzugeben, namentlich wenn die anfangs eintretende, dann wieder verschwindende Färbung etwas mifsfarbig erscheint; bei braunen Positivbädern ist die Färbung natürlich immer unrein, dennoch läfst sich auch hier die Bestimmung mit einiger Vorsicht leicht ausführen *).

Erscheint die blaue Färbung bei reinen Silberlösungen gleich anfangs unrein oder überhaupt nicht, so ist die Stärke verdorben oder die Salpetersäure ist wirkungslos. Erstere läfst sich leicht frisch anfertigen, letztere leicht und schnell durch ein paar Brocken Eisenvitriol wirksam machen (s. u.), und ebenso leicht läfst sich der Versuch, wenn er aus diesen Gründen oder vielleicht wegen der Ungeübtheit des Operateurs einmal mifsglückt sein sollte, wiederholen.

Bürette und Jodkaliumlösung sind im Fall des Nichtgebrauchs mit gutschliefsenden Korken sorgfältig zu verstopfen. Ein Pfund Jodkaliumlösung reicht — je nach der Stärke der zu messenden Lösungen — hin für 30 bis 50 Proben.

Stärkelösung fertigt man am besten, indem man circa 25 Cubikcentimeter destillirtes Wasser zum Sieden erhitzt und dazu circa $1\frac{1}{2}$ Gramm Arrowrootmehl setzt. Die Flüssigkeit mufs jedoch vor dem Gebrauch mit kaltem Wasser abgekühlt werden.

Die präparirte Salpetersäure kann man sich ebenfalls leicht herstellen, indem man 2 Unzen chemisch reine Salpetersäure mit 1 Gran Eisenvitriol versetzt. Bei Gegenwart von Kupfersalzen, Quecksilbersalzen und Fixirnatron, Fälle, die sich in der photographischen Praxis (den letzten ausgenommen) selten ereignen, ist diese Probe nicht anwendbar.

Gedachter Apparat ist unter dem Namen Vogel'scher Silberprober in Handlungen photographischer Utensilien zu haben.

*) Für starke Lösungen (Positivbäder) genügt $\frac{1}{2}$ Cubikcent. zur Probe. Man hat aber dann die erhaltenen Bürettengrade mit 2 zu multipliciren.

Wartung des sensibilisirten Papieres.

Eine allgemeine Klage der Photographen ist, dafs manche Papiersorten sensibilisirt sehr rasch gelb werden. Eine Abhülfe dieses Uebelstandes ist bis jetzt noch nicht positiv gefunden, doch ist sicher, dafs man demselben wenigstens theilweise begegnen kann

1) dadurch, dafs man das Papier an einem sehr trocknen Orte aufbewahrt. Man hat sogar dazu Trockenkästen oder Büchsen mit Chlorcalcium empfohlen. Wir müssen jedoch vor diesen ernstlich warnen. Sie conserviren allerdings, aber das darin aufbewahrte Papier copirt schlecht, weil der Copirprocefs — als eine chemische Zersetzung — nur bei Gegenwart einer gewissen Quantität Feuchtigkeit normal vor sich geht;

2) dafs man hinter das im Copirrahmen liegende Silberpapier ein Stück Wachspapier legt. Beim Copiren entwickeln sich reducirend wirkende Gase, welche von dem Prefsbausch (Fliefspapier, Filz) absorbirt werden und bei sehr grofser Anhäufung nach langem Gebrauch ein rasches Gilben des Papiers veranlassen. Ein Stück eingelegtes Wachspapier wirkt demnach als Schutz.

3) Wird zum Haltbarmachen des gesilberten Albuminpapieres auch empfohlen, dasselbe auf einem zuckerhaltigen Bade zu sensibilisiren. Simpson empfiehlt auf 200 Gramm Bad 1 : 12,

1 bis 3 Gramm Zucker.

Das Papier soll sich Monate lang weifs halten.

Ost empfiehlt zu gleichem Zweck einen Zusatz von Citronsäure. Er giebt folgendes Bad an:

Höllenstein	1	Gramm,
Wasser	12	-
Citronsäure	1	-
Alkohol	1	-

4) Hr. Baden schreibt, dafs gewöhnliche Eiweifspapiere, nach dem Silbern gewaschen, um alles freie Silbersalz zu entfernen, sich lange weifs erhalten und durch Räuchern in Ammoniak ebenso lichtempfindlich werden, wie kohlensaures Silberpapier (siehe Juniheft der Photographischen Mittheilungen S. 63, ferner unten S. 342).

Verfasser hat dieses Verfahren versucht und vortrefflich befunden.

Wartung der Goldbäder.

Goldbäder sind wegen der leichten Veränderlichkeit und Reducirbarkeit des Goldsalzes nicht sehr lange haltbar. Alkalische Goldbäder müssen kurz vor dem Gebrauche jedesmal frisch bereitet werden. Saure Goldbäder und Rhodangoldbäder halten sich bei zeitweiliger Verstärkung länger. Doch auch hier ziehen wir eine öftere Frischbereitung einer längern Aufbewahrung vor.

Die Goldbadrückstände füllt man auf grofse Flaschen oder Krüge

und setzt zeitweise etwas Eisenvitriolauflösung und Salzsäure zu; das Gold schlägt sich dadurch als braunes Pulver nieder und kann gesammelt und auf Goldsalz verarbeitet werden.

Zur Verarbeitung von Rhodangold- und unterschwefligsauren Natrongoldbädern ist dieses Verfahren nicht geeignet.

Wartung des Fixirbades.

Auch für Fixirbäder ist eine öftere Frischherstellung sehr empfehlenswerth, da bei längerem Gebrauche unvermeidlich eine Zersetzung und Bildung von Schwefelsilber eintritt, die das Gelbwerden der Copieen veranlaſst.

B. Der Pigmentdruckproceſs.

Wir schlieſsen an die Besprechung des allgemein üblichen Silberdruckprocesses die Beschreibung der Herstellung der Kohlebilder oder besser gesagt Pigmentbilder. Dieselben werden erst neuerdings in der Praxis im Groſsen gefertigt und mit Rücksicht auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse und mit Rücksicht ferner auf die Freiheit in der Wahl des Farbentones (denn es ist dem Belieben des Verfertigers überlassen, der Gelatineschicht, welche als Bildunterlage dient, jedes Pigment beizumischen) haben sie Silberbildern gegenüber entschiedene Vortheile und dürften diese noch mehr zur Geltung kommen, wenn das Verfahren einfacher geworden ist.

Wir setzen das Princip desselben als bekannt voraus (s. S. 31) und beginnen sofort mit der Beschreibung der Druckoperationen, wie sie von Swan in Newcastle zuerst praktisch eingeführt und vom Verfasser dieses Buches vereinfacht worden sind. Die Eigenthümlichkeit derselben beruht darin, daſs einerseits zur Herstellung eine schwarze Gelatinepigmentschicht, auf welcher bei der Belichtung ein unsichtbares, in heiſsem Wasser unlösliches Bild erzeugt wird und daſs dieses unsichtbare Bild dadurch sichtbar gemacht wird, daſs man die nicht vom Licht getroffene, löslich gebliebene Gelatine durch heiſses Wasser wegwäscht. Da aber bei solcher Waschung auch leicht die auf der Oberfläche liegenden zarten Bildtheile mit fortgerissen werden könnten, muſs man die Gelatineschicht vor dem „Entwickeln" auf eine andre Fläche übertragen, und da hierbei ein verkehrtes Bild resultirt, ist zum Umwenden desselben noch ein zweiter Uebertragsproceſs erforderlich.

Pigmentpapier ist das Material, auf welchem man die Drucke macht. Es ist ein mit gefärbter Gelatine überzogenes Papier. Dieses findet sich bereits im Handel, meist in zwei Sorten, sogenannt pur-

purschwarz und purpurbraun. Zur Aufbewahrung legt man es glatt unter einigem Druck an einen Ort, der weder feucht, noch zu trocken ist. Bei starker Trockenheit bricht die Gelatineschicht.

Sensibilisiren des Papiers. — Man legt das empfindlich zu machende Blatt auf eine Glasplatte, und reibt oder wischt die Druckfläche sanft mit einem weichen, sauberen Leinentuch. Hierbei vermeide man aber möglichst, das Papier mit der Hand oder den Fingern zu berühren*). Nach dem Reiben fafst man es an zwei Ecken, taucht es in die empfindlich machende Lösung, und indem man es durch dieselbe zieht, wendet man es geschickt um und läfst es, mit der Druckfläche nach unten, drei oder vier Minuten darin. Dies geschieht nur bei Lampenlicht. Die empfindlich machende Lösung besteht aus:

30 Gramm doppeltchromsaurem Kali,
900 - kaltem Wasser.

Die Lösung hält sich beliebig lange vorräthig, und es ist angemessen, jedesmal nicht mehr davon zu nehmen, als man gerade braucht. Für einen Bogen Pigmentpapier braucht man circa 250 Cubikcent. Die Lösung wird nach Gebrauch weggegossen. Die erforderliche Temperatur beträgt etwa 15 Grad R. Man kann zwei Stücke auf einmal in die Lösung bringen, doch mufs man sie von einander entfernt halten. Hat man tiefe Kästen, so kann man die Papiere senkrecht eintauchen und beliebig viel auf einmal sensibilisiren, doch halte man sie in Entfernung von ½ Zoll. Nachdem das Papier aus der Flüssigkeit herausgenommen ist, hängt man es an zwei Ecken zum Trocknen auf. Am besten hängt man es mit Klammern auf, die auf Schnüre gezogen und reihenweise im Dunkelzimmer befestigt werden. Die Temperatur zum Trocknen darf nicht höher sein, als 20° R., bei höherer Temperatur läuft die Gelatine leicht herunter. In solchem Falle ist es besser, die Bogen auf nahezu horizontal liegende Bretter zu legen und so trocknen zu lassen. Das Trocknen dauert sechs bis zwölf Stunden. Sensibilisirt man Abends, so ist das Papier am nächsten Morgen druckfertig. Bei trocknem Wetter hält sich das Papier mehrere Tage, bei feuchtem jedoch nur 24 Stunden. Am besten thut man, das fertige Papier in einem Buch unter Druck und natürlich im Dunkeln aufzubewahren.

Belichtung des Papiers. — Will man drucken, so legt man das völlig trockne Papier mit dem Negativ in den Copirrahmen. Alles bei Lampenlicht.

Das Belichten war früher der schwierigste Theil des Verfahrens. Seit Einführung des Photometers ist diese Schwierigkeit überwunden und der Belichtungsprocefs sogar einfacher, als beim

*) Bei frischen, noch sauberen Bogen ist das Abreiben überflüssig.

Silberdruck, da man nicht jeden einzelnen Rahmen, sondern nur das Photometer nachzusehen braucht. Wer im Gebrauch des Photometers noch nicht geübt ist, thut gut, einige Probeversuche damit zu machen, ehe er Bilder druckt (s. u. S. 326).

Gummiren. — Das belichtete Papier zeigt keine Spur eines Bildes. Es sieht schwarz aus wie vorher. Das Bild erscheint erst durch Eintauchen in heifses Wasser. Wollte man dieses sofort vornehmen, so würde man ein Bild ohne Halbtöne erhalten (s. o.). Um dies zu vermeiden, überträgt man die Gelatineschicht auf ein anderes Papier, wie folgt: Nach dem Belichten befestigt man bei Lampenlicht das Papier mittelst Klammern mit den Ecken auf einer Glasplatte, so dafs die Druckfläche nach oben gekehrt ist. Hierauf überzieht man mit einem weichen Kameelhaarpinsel die Bildfläche mit einer gleichmäfsigen Lage von „Kautschuck-Lösung" und hängt das Bild zum Trocknen auf. Man mufs beim Streichen darauf achten, dafs nichts von der Lösung zwischen Glas und Papier oder auf die untere Seite des Papiers kommt, weil dadurch das Bild zuweilen verdorben wird. Nach circa einer Viertelstunde sind die gummirten Bilder trocken und dann zum Aufkleben auf den Kautschuckbogen bereit.

Aufkleben. — Man legt den gummirten Pigmentbogen mit möglichster Berücksichtigung der Bogengröfse und Raumersparnifs mit der gummirten Seite auf einen Kautschuckbogen, der auf einem glatten Tische liegt. Man drückt ihn von der Mitte nach dem Rande zu auf, um Luftblasen zu vermeiden. Diese Operation mufs sehr genau ausgeführt werden. Man thut am besten, zunächst einen Rand des gummirten Pigmentbogens mit einem Rand des Kautschuckbogens in Berührung zu bringen. Sind dann beide Ränder durch Drücken mit dem Fingernagel glatt vereinigt, so senkt man den noch hochgehaltenen Theil des Pigmentbogens nach und nach und drückt von hinten an. Ist bei dieser Operation eine Falte entstanden, so kann man den Pigmentbogen abziehen, von Neuem gummiren, trocknen und wieder auflegen.

Geeignete Kautschuckpapiere und Kautschucklösung sind fertig im Handel zu haben.

Man beachte, dafs die beiden Flächen nur dann aneinander kleben, wenn die Kautschuckschicht völlig trocken ist.

Jetzt beschneidet man die Ränder beider Papiere ringsherum mit einer grofsen Scheere, so dafs der Rand des Kautschuckpapiers $\frac{1}{4}$ Zoll hervorragt. Dann legt man die beiden aneinander haftenden Blätter auf die polirte Platte einer guten Satinirmaschine, mit dem Kautschuckpapier nach oben, deckt auf letzteres ein Stück Filz und darüber ein Stück Carton und läfst das Ganze durchwalzen.

Der Druck mufs stark sein; für gröfsere Bilder mufs der Druck im Verhältnifs erhöht werden. Einmal Durchwalzen genügt.

Wässern. — Die zusammengelegten Drucke legt man im Dunkeln, das Kautschuckpapier nach oben, eine oder zwei Stunden in kaltes Wasser. Dieses wechselt man öfter, oder läfst fortwährend Wasser aus einem Hahn auffliefsen.

Entwickeln. — Nach mindestens einstündigem Wässern legt man die Drucke in die Entwicklungsschalen von Blech, deren Wasser 25—30° R. warm ist. Zuweilen ist der Druck geneigt, sich zusammenzurollen, sobald er ins Wasser kommt. Man hindere ihn nicht daran, sondern lasse ihn gewähren; es ist dann aber nöthig, ihn öfters sanft umzudrehen, damit alle seine Theile gleichmäfsig benetzt werden. In drei bis fünf Minuten kann man das Pigmentpapier von dem Kautschuckpapier trennen. Den hierfür geeigneten Zeitpunkt erkennt man, indem man eine Ecke zwischen Daumen und Finger drückt und dabei beide leicht nach entgegengesetzten Richtungen bewegt.

Findet man, dafs die Ecken von einander gleiten, so beginnt man sehr sanft an beiden Papieren zu ziehen, indem man sie während der ganzen Zeit unter Wasser hält. Sobald sie getrennt sind, wirft man das Papier, auf welchem zuerst die Pigmentschicht war, und welches öfter ein Negativ zeigt, hinaus. Das andere Papier bringt man in eine zweite Schale, deren Wasser circa 32° R. warm ist. Hierin läfst man die Bilder, bis alle unveränderte Gelatine und alles Chromsalz aufgelöst, und der Druck vollkommen sichtbar ist. Wenn irgend einer von den Drucken nicht vollständig sichtbar wird, entwickelt man ihn bei noch höherer Temperatur.

War das Bild ein wenig zu stark belichtet, und erscheint es zu dunkel, so kann man, je nach den Umständen, das Wasser im zweiten Gefäfs auf 35, 36, ja selbst 48° R. erwärmen; auf diese Weise, durch fortgesetztes Wässern und Erhöhen der Temperatur, kann man ein Bild, das zu stark belichtet war, bleichen. War dagegen der Druck viel zu stark belichtet, so rettet ihn kein Waschen, kein Erhöhen der Temperatur.

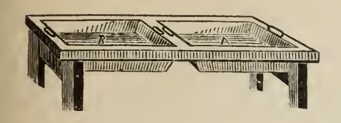
War die Belichtung des Druckes nur wenig zu schwach, so kann derselbe in dem 30° warmen Wasser vollständig entwickelt und gewaschen werden; war sie aber viel zu schwach, so kann keine Behandlung das Bild retten. Am besten verfährt man, wenn man die schwächsten Abdrücke zuerst wäscht.

Sobald der Druck vollständig entwickelt ist, legt man ihn in ein Gefäfs mit reinem kaltem Wasser, welches man öfter erneuert; man spritzt oder braust ihn schliefslich, um ihn zu reinigen, mit Wasser, worauf man ihn fortnimmt und an Klammern zum Trocknen aufhängt.

Entwicklungspfannen umstehender Form, von Weifsblech, eignen

sich für kleinere Arbeiten am besten; je gröfser dieselben sind, desto besser. Eine der Pfannen ist für lauwarmes, die andere für warmes oder heifses Wasser bestimmt. Man erhitzt die Pfannen entweder durch Gas- oder durch Spritlampen. Bequem ist es, in jeder Pfanne ein Thermometer zu haben.

Fig. 93.



Man sieht es für das Passendste an, die Pfanne rechter Hand zu lauwarmem Wasser zu gebrauchen und diejenigen Bilder, welche sich beim Waschen in derselben nicht vollständig entwickeln, in die linke hinüberzubringen, wo sie in heifserem Wasser gewaschen und entwickelt werden. Man halte nebenbei noch zwei Blechschalen mit kaltem Wasser zum Auswaschen bereit.

Je eher man das Pigmentpapier von dem Kautschuckpapier im lauwarmen Wasser ablöst, desto besser ist es für das Bild; deshalb wird man wohl daran thun, nicht mehr als vier bis sechs Bilder auf einmal in das lauwarme Wasser zu bringen, damit sie nicht zu lange darin weichen, ehe sie getrennt werden können, wodurch sie leicht Schaden leiden würden. Auch dürfen sich die Bilder mit der freien Gelatineschicht nicht an einander reiben.

Uebertragen. — Das Bild auf der Kautschuckschicht ist rechts und links verwechselt und von häfslicher gelber Farbe, deshalb mufs es noch einmal übertragen werden. Diese Operation wurde nach Swan auf sehr umständliche Weise mit gelatinisirten Bogen ausgeführt. Der Verfasser wies nach, dafs diese nicht nöthig seien, und führte folgende einfache Uebertragsmanier ein: Man taucht Rohpapier, so weifs und glatt wie möglich, eine bis zwei Minuten in kaltes Wasser, trocknet es ein wenig unter Löschpapier, so dafs es nicht mehr glänzt, legt das trockne entwickelte Bild mit der Bildseite auf und drückt es rasch glatt mit der Hand an.

Dann legt man es in die Satinirmaschine, genau in derselben Weise, wie oben die mit Kautschuckpapier zusammenzuwalzenden Pigmentbogen, das feuchte Papier nach oben, darüber Carton. Filz ist nicht nöthig.

Dann läfst man es unter gutem Druck durchwalzen (einmal genügt) und hängt zum Trocknen auf. Die Walze mufs sehr gleichmäfsig drücken, sonst bekommt das Bild leicht Falten.

Gerben. — Nach einem halbstündigen Trocknen taucht man das Bild in eine Chromalaunlösung 1 : 300 (1 Min.), dann läfst man es wieder trocknen. Dies dauert bei 16° R. circa $\frac{3}{4}$ Stunden.

Ablösen. — Ist das Bild getrocknet, so nimmt man einen sehr feinen Schwamm oder Flanell und befeuchtet es mit Benzin. Man legt den Druck auf eine Platte und reibt geschickt mit dem

feuchten Schwamme über die ganze obere Fläche des Papiers von beiden Seiten tüchtig. Jetzt kann man das Rohpapier mit dem Bilde leicht mit den Fingern von der Kautschuckfläche ablösen, indem man die eine der Ecken losmacht und langsam zieht. Sollte beim Abstreifen das Rohpapier an einigen Punkten festkleben, so nimmt man etwas mehr Benzin; dies wird jedoch nicht der Fall sein, wenn man gleich beim ersten Male sorgfältig mit Benzin angefeuchtet hat. Entdeckt man beim Abziehen des Papieres zurückbleibende Gummitheilchen auf der Bildfläche, so entfernt man sie schnell durch leichtes Reiben mit dem angefeuchteten Schwamm. Ueberhaupt ist es immer gut, mit dem in Benzin angefeuchteten Schwamm über die Bildfläche zu reiben, sobald das Kautschuckpapier entfernt ist, selbst wenn man keine Lackreste auf dem Druck bemerkt. Man kann einen grofsen Druck mit derselben Leichtigkeit loslösen, wie einen kleinen.

Oft rollt sich, in Folge der eigenthümlichen Wirkung des Benzins, das Papier selbst von dem Bilde ab. Bleiben Bildtheilchen während des Ablösens am Kautschuck haften, so hält man an und wirft den Druck zehn Minuten in Benzin, er geht dann leicht herunter.

Ausschneiden und Aufkleben geschieht wie gewöhnlich, nur mit Vorsicht, da der Druck feucht verletzbar ist.

Um den Kautschuckpinsel immer weich und gerade zu erhalten, hängt man ihn an einen Haken an der unteren Seite des Deckels einer Pinselflasche, die immer so viel Benzin enthalten mufs, dafs der Pinsel davon gesättigt bleibt. —

Zuweilen erscheinen während des Wasserbades Bläschen auf dem Druck. Sie entstehen durch kleine Löcher im Papiere, durch Luft, welche zwischen den beiden lackirten Flächen blieb, oder durch unzureichenden Druck beim Pressen. Ist das erste die Ursache, so werden sie zusammentrocknen, verschwinden und keinen Schaden weiter anrichten. Bilden sie sich aber aus dem zweiten und dritten Grunde, so kann man sie mit einer feinen, scharfen Nadel von der Rückseite des Papiers aufstechen und unschädlich machen. Zuweilen aber bildet sich eine sehr störende Blase, die entweder den Druck gänzlich verdirbt oder doch nur nach dem Aufkleben durch Radiren und Retouchiren entfernt werden kann. Durch sehr sorgfältiges Zusammenlegen der beiden gummirten Flächen vor dem Pressen, durch langes Wässern vor dem Entwickeln und sorgfältiges Walzen mit einem guten, sicheren, langsamen Druck können die Blasen fast gänzlich vermieden werden.

Technisch „Vignetten“ genannte Bilder können auf dem Pigmentpapier nicht so leicht gemacht werden, wie auf gesilbertem Papier.

Der Filz, welcher zum Aufwalzen der Kautschuckpapiere dient, darf nicht zum Uebertragen benutzt werden.

Die gröfste Sorgfalt und Aufmerksamkeit mufs man darauf ver-

wenden, dafs zu dem empfindlich gemachten Pigmentpapier kein Licht gelange, sowohl bevor man es unter das Negativ legt, als auch in allen folgenden Manipulationen, die dem Entwickeln im heifsen Wasser vorhergehen. Man bedenke, dafs das empfindlich gemachte Pigmentpapier bei Weitem lichtempfindlicher ist als gesilbertes Papier, und dafs hierin besonders Mangel an Sorgfalt durch vollständiges Mifslingen der ganzen Operation gestraft wird. Wir erwähnen dieses, weil mehrere Personen, die das Pigmentpapier angewendet haben, viele Bilder dadurch verloren, dafs sie diese oft anempfohlene Vorsicht vernachlässigten.

Der Gebrauch des Photometers.

Ueber das Princip und die Einrichtung haben wir schon früher gesprochen (s. S. 213).

Hier wollen wir nur einige praktische Details nachtragen.

Um den Copirgrad eines Negativs im Pigmentdruck richtig festzustellen, legt man das Instrument gleichzeitig mit einem gleichmäfsigen, drei- oder vierfachen Visitenkartennegativ an das Licht, und deckt das erste Drittel des Negativs, wenn das Instrument beispielsweise 10°, das zweite Drittel, wenn es 12°, das dritte, wenn es 14° zeigt, durch zwischen Negativ und Pigmentpapier gesteckte schwarze Papiere. In dieser Weise sind die einzelnen Theile bis 12, 14, 16° copirt worden. Man entwickelt dann das Bild und sieht nach, welcher Theil die richtige Intensität zeigt. Der bei diesem Theil verwendete ist der richtige Copirgrad für das ganze Negativ.

Manchmal liegt derselbe zwischen zwei der angewendeten Grade, z. B. bei 13 oder 15, dann ist Bild 12 ein wenig zu hell, Bild 14 um ein wenig zu dunkel. Sollten alle drei probeweise genommenen Grade entweder über- oder unterexponirt sein, so wiederholt man den Versuch mit höheren oder niedrigeren Graden. Bei grofsen Bildern, Landschaften etc. macht man es ähnlich wie bei einem Visitnegativ, indem man hier die mit verschiedenen Graden probeweise zu copirenden Theile so abgrenzt, dafs möglichst charakteristische Stellen — helle Licht- und tiefe Schattenmassen — auf denselben liegen.

Hat man eine Anzahl Negative, so ordnet man diese nach ihrer Intensität, die der Fachmann schon mit dem blofsen Auge leicht beurtheilen kann, in drei oder mehr Klassen, dünne, mittlere und dicke, bestimmt nach der oben angeführten Manier den Copirgrad eines Negativs der drei Klassen und copirt danach alle übrigen.

Bekommt man irgend ein neues Negativ, so vergleicht man dieses mit dem Auge mit einem der vorhandenen, dessen Copirgrad bekannt ist und copirt es eben so hoch.

Hat man irgend ein Negativ, dessen Copirgrad man mit dem Auge nicht sofort zu beurtheilen wagt, so kann man sich auch hier leicht mit einem einzigen Versuche helfen. Man legt einen Streifen sensibilisirten Pigmentpapiers (wie es öfter beim Beschneiden abfällt) über eine charakteristische Stelle des Negativs hinweg, exponirt gleichzeitig mit dem Photometer und deckt successive einzelne Theile des Streifens zu, wenn das Photometer auf 10, 12, 14 etc. steht, überträgt und entwickelt den Streifen und sieht nach, welche Stelle richtig exponirt ist.

Wenn man einige Versuche der Art gemacht und nur kurze Zeit mit dem Pigmentdruck und dem Photometer gearbeitet hat, so gewinnt man solche Sicherheit, dafs man schon mit dem Auge einem Negativ den Copirgrad ansehen kann.

Behufs des Copirens im Grofsen legt man im Dunkeln zunächst Papier in sämmtliche Rahmen, welche man copiren will. Gleichzeitig mit dem Photometer werden sie ans Licht gebracht; nachdem dasselbe auf den Copirgrad der dünnen Negative gestiegen ist, werden die ersten hereingenommen oder zugedeckt oder umgedreht, dann die zweiten, endlich die letzten; das Ganze ist eine Arbeit von wenigen Minuten bei gutem Wetter. Man mufs dann sehr auf das Photometer aufpassen, um sofort zudecken zu können. Sind sämmtliche Rahmen hereingenommen, so werden sie von Neuem „beschickt“ (Papier eingelegt) und das Copirgeschäft beginnt von Frischem. Ist man sehr pressirt und will man auch keine Minute verlieren, so nimmt man für jede Sorte Negative (für die dünnen, mittleren und dicken) ein Photometer, das heifst also für gröfsere Geschäfte drei.

Nun ist aber noch die Empfindlichkeit des Pigmentpapieres in Betracht zu ziehen. Diese ist verschieden. Amerikanisches Pigmentpapier ist z. B. fast noch einmal so empfindlich wie englisches.

Bekommt der Photograph ein Papier von anderer Empfindlichkeit, so sind seine alten Copirgrade für dieses nicht mehr anwendbar; es ist aber leicht, nach einem einzigen Versuch die Copirgrade sämmtlicher Negative für das neue Instrument durch eine simple Addition oder Subtraction zu berechnen.

Es wird durch einen Versuch (wie oben) der Copirgrad eines einzigen Negativs für das neue Papier festgestellt. War der Copirgrad dieses Negativs z. B. für das alte Papier = 12, für das neue = 14, so addirt man ganz einfach die Differenz 14—12=2 zu sämmtlichen schon bekannten Copirgraden der alten Negative, um die Copirgrade sämmtlicher Negative für das neue Papier zu erhalten.

Hat das neue Papier einen niedrigeren Copirgrad, z. B. 10, so ziehe man die Differenz 12 — 10 von allen bekannten Copirgraden ab.

Das Photometerpapier wird folgendermafsen bereitet:

Man taucht bei Lampenlicht Steinbach- oder Rives-Rohpapier, welches man in *Achtelbogen* zugeschnitten hat, drei Minuten in dieselbe Lösung von

1 Theil rothem chromsauren Kali in
30 - Wasser,

welche zur Sensibilisirung der Pigmentbogen dient, vollständig unter, und hängt es dann auf zum freiwilligen Trocknen.

Das so bereitete Papier kann in trockenen, reinen, dunklen Holzkästen, reinlich gehandhabt, mindestens 4 Wochen lang ohne Veränderung aufbewahrt werden.

Man macht das Photometerpapier vor dem Sensibilisiren der Pigmentbogen (nach dem Sensibilisiren der Pigmentbogen ist die Flüssigkeit zur Herstellung von Photometerpapier nicht mehr brauchbar).

Um dieses Papier zu verwenden, schneidet man es in Streifen von der Breite und Länge des Prefshölzchens im Photometer. Man

fafst dabei das Photometerpapier mit trockenen Fingern. Den ersten und letzten Streifen wirft man weg. Die Streifen legt man einen nach dem andern in das geöffnete Photometerkästchen, legt dann die Prefshölzchen wieder ein und schliefst den Deckel mit der Feder. Man öffnet dann den oberen Glasdeckel (bei Lampenlicht) und sieht zu, ob Alles glatt und fest liegt. Die Streifen müssen unter den beiden Blechen straff eingeklemmt erscheinen. Wo nicht, ist es leicht, sie von der Glasdeckelseite aus mit Hülfe eines aufgelegten Stücks reinen weifsen Papiers glatt zu streichen — alles bei Lampenlicht. Ist das geschehen, so schliefst man den Glasdeckel fest wieder und legt das Häkchen vor.

So hergerichtet, wird das Photometer mit zugeklapptem oberen Holzdeckel gleichzeitig mit sämmtlichen zu copirenden verdeckten Rahmen an das Licht gebracht, und in derselben Lage wie die Rahmen, ungefähr in der Mitte derselben aufgestellt, dann die Rahmen aufgedeckt und der obere Holzdeckel des Photometers geöffnet; nach einiger Zeit (1 Minute bis 5 Minuten, je nach dem Wetter) deckt man die Rahmen zu, klappt das Photometer zu und geht mit letzterem in ein Dunkel-Zimmer, in welchem eine helle Lampe brennt.

Hier öffnet man das Instrument und beobachtet, welche Zahlen auf dem gelben Streifen erschienen sind. Zuerst erscheint No. 2 hell auf braunem Grunde, dann 4, dann 6 etc., die höheren Zahlen natürlich blässer. Um deutlich zu erkennen, bis zu welchem Grade die Lichtwirkung vorgeschritten ist, mufs man die Augen vor dem grellen Licht schützen. Man hält das offne Instrument unter oder neben eine helle Flamme, circa 18 Zoll Entfernung, so dafs die Strahlen senkrecht auf das gelbe Papier fallen, dann sieht man mit dem vor dem Licht geschützten Auge schief über das Papier hin (in der Richtung des Streifens von 2 nach 25). In dieser Position erkennt man die Zahlen sehr gut. Man achtet dabei nicht blofs auf die Zahlen, sondern auch auf die beigedruckten Hände und Buchstaben, welche das Erkennen des zarten Lichteindrucks wesentlich erleichtern. Leises Hin- und Herwenden des Instrumentes giebt bald die für das Erkennen vortheilhafteste Stellung. Nach einigen Versuchen hat man rasch die nöthige Sicherheit erlangt.

Zu beachten ist, dafs, wenn man aus einem sehr hellen Raum in ein halbdunkles Zimmer tritt, man bekanntlich anfangs gar nichts sieht. Nach kurzer Zeit gewöhnen sich aber die Augen an die Dunkelheit und erkennen deutlich alle Details.

Aehnliche Erfahrungen wird man auch bei Photometerbeobachtungen machen, wenn die Augen durch helles Licht geblendet sind.

Nach der Beobachtung trägt man das Photometer an seinen Platz zurück, öffnet es, deckt die zugedeckten Rahmen wieder auf und exponirt weiter. Nach einer oder einigen Minuten wiederholt man nach Zudecken der Rahmen die Photometerbeobachtung unter obigen Vorsichtsmafsregeln. Ist der gewünschte Copirgrad (Bestimmung desselben siehe oben) noch nicht erreicht, so wiederholt man die Arbeit. Die zuerst verwendete Zeit und die dabei beobachteten Zahlen dienen als Anhaltspunkt, um ungefähr die noch nöthige Ex-

positionszeit taxiren zu können. Nach einigen Versuchen ist man hierin orientirt.

Ein Ueberschreiten des Copirgrades um einen Grad schadet wenig, da man den Fehler leicht durch längere Entwicklung wieder gut machen kann. Nachtheiliger ist eine Unterexposition.

Hat man Negative verschiedener Copirgrade, so nimmt man, sobald der Copirgrad der ersten Sorte erreicht ist, diese hinein, oder deckt sie zu, dann exponirt man weiter, bis die Copirgrade aller übrigen dickeren Negative erreicht sind.

Sind alle fertig copirt, so beschickt man die Rahmen mit neuem Papier, nimmt im halbdunkeln Zimmer bei möglichstem Lichtabschlufs den obersten gefärbten gelben Streifen heraus, indem man auf die Mitte desselben mit dem linken Daumen drückt, so dafs der federnde Deckel mit dem Streifen heruntergeht, dann zieht man beide Enden des obersten Streifens unter den Blechen hervor, streicht, während er noch aufliegt, die unteren festgeklemmten wieder glatt und wirft dann den oberen weg. Nach Schlufs des Instruments ist dasselbe zu einer neuen Arbeit fertig.

Zu Photometerbeobachtungen gehört dasselbe, was jeder Copirer haben mufs, wenn er Silberdrucke machen will: 1) Ein gutes Auge, welches auch zarte Lichtwirkungen beurtheilen kann; 2) Vorsicht hinsichtlich des gelben Photometerpapiers. Dieses ist noch lichtempfindlicher wie Silberpapier, mufs mit derselben Sauberkeit behandelt und darf ebensowenig wie dieses bei grellem Tageslicht nachgesehen werden. Namentlich ist bei heiterem Wetter hierin Vorsicht nöthig.

Wird das Papier durch Unvorsichtigkeit beim Oeffnen des Instrumentes von Tageslicht afficirt, so wird es weniger empfindlich. Noch bemerken wir, dafs das Instrument in den niederen Graden sehr rasch steigt, in den höheren aber viel langsamer.

Ferner ist zu beachten, dafs die Papierskala fest gegen den gelben Streifen drücken mufs (ebenso wie ein Silberdruck fest gegen das Negativ), falls die Zahlen deutlich sichtbar sein sollen.

Die Papierskala darf nicht mit den Fingern berührt und nicht nafs werden. Das Glas ist, wenn das Instrument geschlossen ist, vor jedem Gebrauch zu putzen. Sollte die Glastafel mit dem Photometerstreifen durch einen Unfall etwas locker werden, so klemme man sie mit einigen passend zugeschnittenen Korkstücken wieder ein.

Als Copirgrade für ein Mittelnegativ für die vom Verfasser versuchten Pigmentpapiere führen wir an:

	Copirgrad
Papier von Swan (braunschwarz) . . .	15,
- - Rowell (grauschwarz) . . .	11,
- - Beyrich (purpurschwarz) . .	12,
- - - (purpurbraun) . . .	16.

Johnson's verbesserter Pigmentdruckprocefs.*)

Bis jetzt hielt man den Pigmentdruckprocefs von Swan für den Culminationspunkt des Verfahrens, und dies mit vollem Recht, wenn

*) Photographische Mittheilungen, VI. Jahrg., S. 42.

die Resultate allein in Betracht gezogen wurden, nur eines blieb noch zu wünschen übrig, nämlich eine gröfsere Einfachheit der Manipulationen. Diese ist durch die neuerdings patentirte und höchst interessante Methode von J. R. Johnson erlangt.

Der erste Vorzug, den diese Methode hat, ist eine Verringerung und Vereinfachung der Apparate. Ein Kasten, 14 Zoll lang und breit und 12 Zoll tief, enthält alle Apparate zur Herstellung von Bildern von 9×7 Zoll. Er enthält zwei lackirte, mit Rinnen versehene Zinntröge, zwei flache Schüsseln aus demselben Metall, einen Plattenständer, einige Platten aus Opalglas, einige aus Zinn oder Zink, eine Flasche mit Bichromat-Lösung und eine mit Cement (s. unten), einen Thermometer und ein lackirtes Futteral mit sensitiven Pigmentbogen. Man braucht keine starke Presse oder Satinirmaschine, keine grofse Reihe von Schalen etc.

Zuerst füllt man den Trog oder den Plattenkasten mit Wasser von ungefähr 30° R., welche Temperatur man durch eine darunter befindliche Spirituslampe erhalten kann. Dann füllt man eine flache Schale mit kaltem Wasser. Man legt dann einen exponirten Bogen einige Secunden mit der Bildseite nach unten in das kalte Wasser. Zuerst kräuselt er sich nach innen, dann wird er wieder flach, und würde sich, wenn man ihn länger im Wasser liefse, nun nach aufsen biegen. In dem Augenblick, ehe er sich wieder krümmt und ganz flach geworden ist, mufs er vom Wasser genommen werden. Inzwischen reibt man eine Metall- oder Glasplatte (am besten mattes Glas, um das Resultat bequemer prüfen zu können) mit einer Lösung von Wachs oder besser Stearin in Alkohol ein, auf diese legt man den vom Wasser genommenen Bogen mit der Bildseite nach unten. Um Luftblasen zu vermeiden, geschieht dies am besten unter Wasser. Dann streicht man das Papier noch mit einer weichen, in Wasser getauchten Kameelhaarbürste über und bringt es so in genaue Berührung mit jedem Theile der Platte. Auf diese Weise präparirt man alle Platten. Wenn man in der beschriebenen Weise verfährt, so bleibt der Bogen in dem kalten Wasser etwas weniger als eine Minute, während welcher Zeit sich die Gelatine nicht ganz voll Wasser saugen kann. Nach dem Auflegen absorbirt sie jedoch alles mechanisch anhängende Wasser und adhärirt so ohne Hülfe von Kautschuck-Lösung fest an dem Glase.

Das nasse Papier haftet jedoch mit der nämlichen Leichtigkeit, wie an der Glasplatte, so an jeder andern glatten von Wasser undurchdringlichen Fläche, wie z. B. für Oelgemälde präparirte Leinwand, Holz, Steine, Metalle etc. Ist das Glas nicht mit Wachs oder Stearin eingerieben, so bleibt das nach der Entwicklung entstehende Bild fest haften und bildet ein reizendes Transparent oder Opalotyp. Die fettige Schicht ver-

hindert aber ein vollkommenes Festhalten beider Theile aneinander und ermöglicht eine spätere Trennung, die bei der zweiten Uebertragung stattfindet.

Schon jetzt werden dem Leser verschiedene Vortheile einleuchten: die theure Kautschuck-Lösung, welche man auf zwei Oberflächen auftragen mufs, ist unnöthig und ebenso fällt der unangenehme Benzindunst fort. Die Operationen lassen sich leichter und schneller ausführen und eine Presse braucht man gar nicht. Wir heben noch einen andern sehr wichtigen Vortheil hervor. Da die dem Glase zugekehrte Seite des Papiers hernach die Bildseite ist, so nimmt sie, jenachdem das Glas polirt oder gekörnt ist, ein mattes oder glänzendes Ansehen an, und es steht vollständig in der Gewalt eines Jeden, matte oder glänzende Drucke zu erhalten.

Doch kehren wir zu unserm Gegenstand zurück. Nachdem der Pigmentbogen beschriebenermafsen auf das Glas gelegt, ist er in wenigen Minuten fertig zum Entwickeln. Man läfst dann die Platten eine nach der andern in die Rinnen des Warmwassertroges gleiten, bis dieser ganz voll ist. Unterdessen hat sich auf der ersten Platte das Papier von der Gelatineschicht losgelöst. Man hebt das Papier mit grofser Sorgfalt ab, so dafs die Gelatineschicht fest an dem Glase haften bleibt, und setzt diese wieder in ihre Rinne. Hat man das Papier von allen zwölf Platten entfernt, so ist die Entwicklung der ersten vollständig; man spült sie in kaltem Wasser ab und läfst sie in einem andern ebenfalls mit Rinnen versehenen Kasten trocknen. Bis die letzte Platte so aufgestellt ist, ist die erste so weit, dafs sie auf Papier übertragen werden kann. Hierzu wird die Platte in kaltes Wasser getaucht und unter Wasser ein Stück Gelatinepapier darauf gelegt, welches hierdurch mit dem Bilde auf dem Glase in Berührung kommt. Dann nimmt man beide heraus, pinselt das Papier, wie oben, um alle Theile mit einander in Berührung zu bringen, und läfst dann das Ganze eine Stunde trocknen. Dann hebt man das Papier, mit einer Ecke den Anfang machend, behutsam ab, und bekommt, da das Bild das Glas ohne Schwierigkeit losläfst, ein vollständiges Bild.

Statt Gelatinepapier anzuwenden, welches erst, um unlöslich zu werden, in der Folge mit Alaun behandelt werden mufs, kann man die Platte auch in eine schwache Gelatinelösung eintauchen, zu der man eine geringe Quantität Chrom-Alaun hinzufügt, was auch Swan beim letzten Uebertragen seiner Drucke anräth, oder man kann auch der Gelatine einen harzigen Kitt substituiren, wie in dem einfachen Uebertragungsprocefs, der noch beschrieben werden soll.

Man kann innerhalb einer Stunde ein Dutzend Platten bis zur Schlufsübertragung fertig machen, und alle Operationen in einem gewöhnlichen Zimmer mit verdunkelten Fenstern vornehmen.

Soviel über den vereinfachten Procefs mit doppelter Uebertragung, durch den man mit gewöhnlichen Negativen ein Bild in richtiger Stellung bekommt. Jetzt zu einem vereinfachten Procefs mit einmaligem Uebertragen, in dem man mit richtigen Negativen Bilder in verwechselter Stellung bekommt, der also augenscheinlich für eine Masse von existirenden Negativen gar nicht anwendbar ist, der aber wegen seiner aufserordentlichen Einfachheit und Wirksamkeit sehr zu empfehlen ist, wenn man die Negative besonders zu diesem Zweck macht, oder wo die Umkehrung von keiner Bedeutung ist.

Der Pigmentbogen wird, wie vorher, lichtempfindlich gemacht und exponirt. Man taucht dann ein Stück feines Papier in eine Lösung von weifsem Schellack in flüssigem Ammoniak. Dies ist der oben erwähnte Cement. Hierauf legt man dies Papier auf eine Glasplatte, Zinnscheibe oder eine ähnliche Oberfläche, und drückt es mit der Kameelhaarbürste an. Ist dies theilweise trocken, so taucht man den exponirten Pigmentbogen, der ungefähr einen viertel Zoll kleiner sein mufs, als das Uebertragungspapier, in mit wenig Ammoniak versetztes Wasser und legt ihn dann auf das Uebertragungspapier, welches auf der Platte bleibt. Man pinselt es fest, läfst es ein wenig trocknen und entwickelt wie vorher; dann wird es gewaschen und getrocknet. Hierauf lockert man mit einem Federmesser den Rand und hebt das vollständige Bild ab. Nichts kann einfacher und wirkungsvoller sein, als dieser Procefs.

Simpson sagt darüber: „Das Verfahren ist in der That einfacher, leichter und unendlich rascher als der gewöhnliche Silberdruckprocefs."

Interessant ist ferner der Umstand, dafs Johnson eine ingeniöse Methode anwendet, um das Papier durch blofses Schwimmenlassen auf einer fünfprocentigen Chromatlösung zu sensibilisiren und eine rasche Trocknung zu erzielen, an Stelle des bei Swan nothwendigen, oft zwölf Stunden dauernden Trocknens.

Pigmentdrucke auf Eiweifspapier.

Statt mit Schellack kann man auch mit coagulirtem Eiweifspapier übertragen. Grafshoff und Jeanrenaud coaguliren das Eiweifspapier selbst, indem sie es in starken Alkohol einige Minuten eintauchen und dann trocknen. Es ist selbstverständlich, dafs man auf diese Weise ein sehr billiges Albuminpapier verwerthen kann. Man legt das feuchte coagulirte Eiweifspapier auf eine Glasplatte, die Eiweifsschicht nach oben, bringt darauf das belichtete, in kaltem Wasser eingeweichte Pigmentpapier und drückt gut an, um die Luftblasen auszutreiben. Dann werden die Bilder eine Stunde in eine Presse gelegt und schliefslich in heifses Wasser getaucht, um die zusammengeprefsten Bogen zu trennen. Das Bild haftet dann an der Eiweifsschicht. Die Bildbogen werden dann sofort in laues Wasser

gebracht und darin ausentwickelt. Das Entwickeln ist bei Lampenlicht vorzunehmen. Die getrockneten Bilder werden gegerbt, gewaschen und wie gewöhnlich fertig gemacht.

Jeanrenaud veröffentlichte neuerdings eine Mittheilung über das Coaguliren der Albuminschicht mit Alkohol. Die Erfahrung hat gezeigt, dafs der Alkohol die harzige Leimung des Papiers auflöste. Es bildeten sich dann auf dem Uebertragungspapier Marmorirungen, und wenn man nach der Uebertragung in zu heifsem Wasser operiren wollte, entstanden auf dem Bilde Blasen. Jeanrenaud hat diese Schwierigkeit auf einfache Weise gehoben.

Der belichtete Pigmentbogen wird in ein Pack Fliefspapier, das leicht angefeuchtet ist, gebracht. Während hier das Blatt geschmeidig wird, taucht man das Albuminpapier in ein grofses cylindrisches Glas, das mit starkem Alkohol gefüllt ist. Man zieht es beinahe augenblicklich wieder heraus und bringt das ganze von Alkohol triefende Blatt auf eine Glasplatte, die Albuminschicht nach oben. Jetzt nimmt man das Pigmentblatt, welches inzwischen geschmeidig geworden ist, legt es auf das Albuminpapier, drückt mittelst einer Walze an und prefst kräftig einige Augenblicke unter eine Presse und entwickelt mit heifsem Wasser.

Dieses Verfahren hat verschiedene Vortheile: Ersparnifs von Alkohol, welcher bis auf den letzten Tropfen verbraucht werden kann; Leichtigkeit, sein Albuminpapier im Augenblicke, da man es bedarf, bereiten zu können; Verhinderung von Blasen, selbst wenn man siedendes Wasser anwendet; Zeitersparnifs, denn wenn die Blätter vorher nur ordentlich mit Wasser angefeuchtet werden, reicht es hin, dieselben auf einander zu legen und sie zu pressen, um unmittelbar darauf entwickeln zu können.

Verschiedene photographische Verfahren.

Haltbare sensible Negativplatten und Positivpapiere.

In den vorhergehenden Capiteln haben wir eingehend den Collodionnegativprocefs und den Silber- und Pigmentdruckpositivprocefs besprochen. Diese Processe reichen hin zur Ausübung der wesentlichsten photographischen Aufgaben. Es giebt jedoch Umstände, unter welchen die Ausübung dieser Processe ihre Schwierigkeiten hat. Der Negativprocefs erfordert zur Herstellung der empfindlichen Platten dunkle Räumlichkeiten, die namentlich den wandernden Photographen nicht immer zur Disposition stehen; er liefert nasse Platten, die rasch eintrocknen und dadurch schon nach kurzer Zeit unbrauchbar werden. Diese Schwierigkeit hat man zu umgehen gesucht durch Herstellung haltbarer „trockener" Platten, die man zu Hause präpariren und auf seinen Ausflügen mitnehmen kann, Platten, die sich lange Zeit hindurch empfindlich erhalten und erst nach der Rückkehr nach Hause entwickelt zu werden brauchen.

Ebenso hat man haltbares sensibilisirtes Positivpapier hergestellt, welches, fertig gekauft, die unsaubere Arbeit des Silberns erspart und der Gefahr des Gelbwerdens im Copirrahmen bei schlechtem Wetter nicht ausgesetzt ist.

Sehr umfassende Anstrengungen sind gemacht worden, haltbare Trockenplatten und haltbare sensible Positivpapiere zu liefern, die in Bezug auf Sicherheit und Schönheit der Resultate dem nassen Verfahren durchaus gleichkommen. Jeden Tag tauchen neue Trockenplattenprocesse und neue sensible Positivpapiere auf. Welches Verfahren das beste sei, ist zweifelhaft, soviel ist jedoch sicher, dafs die Herstellung der Trockenplatten sowohl als auch der sensiblen Positivpapiere noch an Unsicherheiten leidet, so dafs man trotz des gröfseren Aufwandes an Mühe und Zeit, welche die Präparation dieser Körper nöthig macht, dennoch nicht in dem Mafse für den Erfolg garantiren kann, wie beim gewöhnlichen nassen Verfahren.

Ist bei Ausübung des letztern eine wahrhaft pedantische Sauberkeit eine conditio sine qua non, so ist diese Vorsicht bei den Trockenprocessen noch in potenzirtem Mafsstabe nothwendig.

a) Haltbare Negativplatten.
(Trockenplatten.)

Der oben erwähnte Fehler gewöhnlicher Negativplatten, bei längerem Stehen durch das Eintrocknen der Silberlösung zu verderben, läfst sich schon dadurch umgehen, dafs man die Platten nach dem Silbern einfach abwäscht. Man benutzt dazu am besten destillirtes Wasser, welches durchaus rein sein mufs, namentlich nicht alkalisch reagiren darf. Man erhält auf diese Weise eine nach kurzem Stehen trocken werdende gelbe Jodsilberplatte, die belichtet und in der unten erwähnten Weise entwickelt ein Bild liefert. Man beobachtet aber, dafs die Empfindlichkeit solcher trocknen Platten eine äufserst geringe ist, so dafs man mindestens die vierfache Expositionszeit als beim nassen Verfahren nöthig hat. Die Ursache liegt in der grofsen Durchsichtigkeit der Trockenplatten. Eine von salpetersaurer Silberlösung durchdrungene Platte absorbirt fast alles chemisch wirksame Licht, welches darauf fällt, während eine gewaschene Platte einen sehr beträchtlichen Theil hindurchläfst, der natürlich für die Bilderzeugung verloren ist. Wichtig ist es daher, die Platten mit einem stark jodirten Collodion zu präpariren, welches wegen seiner gröfseren Salzquantität auch eine dichtere Jodbromsilberschicht erzeugt, die das Licht stärker absorbirt, oder die Platte hinten mit einem undurchsichtigen Pigment anzustreichen. Ferner ist aber auch zu beachten, dafs bei solchen gewaschenen Platten der Sensibilisator fehlt (s. o. S. 52) und schon aus diesem Grunde die Wirkung auf Jodsilber eine weniger intensive ist. Daher hat man den nassen Silbersalzsensibilisator durch trockne zu ersetzen versucht, als solche kann man alle jodabsorbirenden Körper (s. o. S. 52) anwenden. Besonders hat man dazu Tannin, Gallussäure und gewisse Harze empfohlen. Daher unterscheidet man bei Trockenverfahren: Tanninprocefs, Harzprocefs, Gallusprocefs etc. etc. Mit Lösungen dieser sensibilisirenden Körper überzieht man die gewaschenen Platten und läfst sie trocknen. Durch solchen Ueberzug mit dem Präservativ werden die Platten nicht nur empfindlicher, sondern auch haltbarer.

Das für Herstellung der Trockenplatten nöthige Waschen und Ueberziehen mit einem Lösungsmittel macht natürlich die Arbeit etwas complicirt. Noch heikler ist aber das Entwicklungsverfahren; die trockne Platte mufs erst für das Annehmen der Fluidas empfänglich gemacht werden durch Einweichen in Wasser resp. in Silberlösung. Der zu rasch wirkende Eisenvitriolentwickler erzeugt leicht Schleier und Flecke, und man bedient sich daher lieber zum Entwickeln der langsamer wirkenden Pyrogallussäure resp. einer Eisenvitriollösung mit Zusätzen organischer Körper, die die Eigenthümlichkeit haben, den chemischen Reductionsprocefs zu verzögern, z. B. Gelatine.

Das älteste Trockenverfahren ist das Taupenot'sche, es be-

steht in der Anwendung eines Albuminüberzuges, der seinerseits nachträglich gesilbert wird. Das so erzeugte Silberalbuminat spielt hier die Rolle eines Sensibilisators.*)

Es ist nun nicht unsere Absicht, hier eine Abhandlung über sämmtliche bisher geübte Trockenverfahren zu geben, wir beschränken uns vielmehr auf die Beschreibung zweier, die wir selbst mit Erfolg versucht haben.

1) Der Gummigallusprocess von Russell Manners Gordon.

Man wählt möglichst gut gereinigte Platten und überzieht sie vor dem Collodioniren mit Eiweifslösung: 1 Theil Eiweifs, 12 bis 15 Theile Wasser werden geschüttelt, absetzen gelassen, filtrirt und mit Ammon versetzt, bis es ganz schwach danach riecht; mit dieser Flüssigkeit wird die horizontal gelegte Platte begossen und mit Hülfe eines Stückchens Carton das Eiweifs vertheilt, so dafs es circa $\frac{1}{16}$ Zoll vom Rande entfernt bleibt, nachher über eine Ecke abgegossen.

In dieser Weise überzogene Platten sind viel weniger zur Fleckenbildung geneigt, und ist daher öfter ein solcher Ueberzug auch für den gewöhnlichen nassen Procefs empfohlen worden, namentlich wenn die Platten alt und wiederholt gebraucht sind.

Die albuminirten und getrockneten Platten lassen sich an einem staubfreien Orte lange aufheben. Man überzieht sie behufs Herstellung der Trockenplatten, mit einem guten Collodion, wie man es zum nassen Procefs verwendet (wir benutzten unser Aequivalentcollodion, s. S. 254). Gordon empfiehlt speciell das folgende:

Aether	240	Gramm,
Alkohol	240	-
Jodcadmium	3	-
Jodammonium	1	-
Bromcadmium	3	-
Schiefsbaumwolle höchstens . .	6	-

Das Silberbad mufs auf jeden Fall eine Stärke von mindestens 1 : 12 besitzen und möglichst neutral sein. Zeit des Eintauchens in dieses Bad 10 Minuten oder, wenn das Collodion mit dem höchsten Zusatz fester Salze angewendet wird, 15 Minuten.

Das Waschen geschieht in zwei nebeneinander stehenden Tauchcuvetten mit destillirtem Wasser. Wäscht man die Platte unter einem Wasserstrahl, so wird sie leicht streifig. Nachdem die Platten aus der zweiten Cuvette kommen, müssen sie ungefähr zwei Stunden lang in einer verhältnifsmäfsig grofsen Menge destillirten Wassers liegen,

---

*) Ueber ein gutes Collodionalbuminverfahren s. IV. Jahrgang der „Photographischen Mittheilungen" S. 59.

oder man taucht sie nacheinander noch in vier nebeneinander stehende Cuvetten mit destillirtem Wasser. Nachher wäscht man sie noch unter einem Hahn mit Wasserleitungswasser, spült mit destillirtem (aus der Spritzflasche) nach und überzieht mit folgender Lösung:

I.	Gummi arabicum .	20	Gramm,
	Zuckercand . . .	5	-
	Wasser	120	-
II.	Gallussäure . . .	3	-
	Wasser	360	-

No. II. mufs in der Wärme präparirt werden, wird dann mit No. I. in dem angegebenen Verhältnifs gemischt und vor dem Gebrauch durchfiltrirt. Luftblasen sind zu vermeiden.

Jede Platte erfordert 15 Gramm des Gummi-Präservativs. Zuerst nimmt man 4 Gramm davon, um das Wasser zu entfernen, dann läfst man die übrigen 11 Gramm ungefähr eine Minute auf die Platte einwirken, giefst diese dann ab und läfst sie ablaufen. Letztere Operation wird bedeutend erleichtert, wenn man die Platte mit der Ecke auf kleine in Brettern steckende Glasröhren stellt, in welche man etwas Löschpapier bringt, das man, ohne die Platte zu verletzen, erneuern kann, da diese nur auf einer Ecke in dem Rohre von circa $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser ruht. Hat man diese speciellen Glasständer nicht zur Verfügung, so kann man auch kleine Sturzbecher anwenden, die man, um ihnen einen festeren Standpunkt zu geben, in das Tischbrett des Trockenzimmers eingelassen hat; die oberen Ecken der Platten lehnt man gegen Glasflächen. Gut thut man, die Platten nach der Aufstellung zu numeriren.

Der Trockenraum ist eine grofse Holzkiste oder ein Küchenschrank, die lichtdicht geschlossen werden können, mit Fächern, um mehrere Reihen Platten aufstellen zu können. Oben mit einem zweimal unter einem rechten Winkel gebogenen Schlot versehen, ähnlich dem Schornstein einer Laterna magica. Bei feuchtem Wetter mufs eine Blechkanne mit heifsem Wasser in die Mitte des Trockenzimmers gesetzt werden; im Sommer ist dieses gewöhnlich nicht nöthig. Die gewöhnlich auf das Trocknen der Platten zu verwendende Zeit ist 10 bis 12 Stunden; die Haut erscheint dann transparent und die Platten müssen jetzt auf der Rückseite mit einer Pigmentschicht überzogen werden.

Zum Präpariren von acht Platten Stereoskopformat nimmt man:

Gebrannte Terra Siena in Wasser vertheilt	100	Gramm,
Dextrin	30	-
Glycerin	2	-

Eine Spur von Carbolsäure oder Creosot verhindert das Faulen dieser Mischung, welche in Zinntuben gefüllt wird, so dafs man sie stets bereit zum Gebrauch hat wie Malerfarbe. Die trockenen Platten

werden auf dem Rücken mit der Farbe bepinselt, wobei es gut ist, rings herum einen kleinen Rand zu lassen, damit das Pigment nicht auf die Bildseite der Platte gelangen kann. Nach dem Trocknen können die Platten verpackt werden.

Exposition in der Camera. — Man giebt der Trockenplatte das Doppelte bis Dreifache der Expositionszeit der nassen Platten. Trockenplatten ertragen lange Expositionen ohne Nachtheil. Gewöhnlich liegt der Mifserfolg an zu kurzer Belichtung. Zu lange Belichtung kann leicht durch passende Entwickelung unschädlich gemacht werden.

Entwicklung. — Man entfernt mit einem nassen Schwamm das Pigment von der Rückseite der Platte. Darauf bestreicht man den Rand des Negativs ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll breit mit einer dicken Auflösung von Kautschuck in Benzol oder Chloroform, taucht es dann in ein Bad von gewöhnlichem Wasser und spült zwei Mal mit destillirtem Wasser ab, um das Präservativ zu entfernen. Hierauf entwickelt man mit folgendem Entwickler:

I.	Gelatine	10	Gramm,
	Eisessig	160	-
	Wasser	1120	-
II.	Schwefelsaures Eisen	25	-
	Wasser	500	-

Zum Gebrauch mischt man einen Theil der Gelatinelösung mit drei Theilen Eisenlösung. Für jede Platte nimmt man circa 30 Gramm und fügt zwei Tropfen einer Lösung von Silbernitrat 1:16 hinzu und vermehrt den Silbergehalt immer um je zwei Tropfen so lange, bis die Details erscheinen. Verstärkung mit einer gewöhnlichen citronensauren oder Pyrogallus-Mischung, z. B.

Pyrogallus . .	2	Gramm,
Citronsäure .	2	-
Wasser . . .	480	-

Das Fixiren geschieht mit Natron. Nachher unterwirft man das Negativ einer supplementären Behandlung mit Pyrogallus- und Essigsäure (und Silber), mehr um dem Niederschlag eine andere Farbe zu geben, als um ihn dick zu machen.

Schleier kann man verhindern oder auf ein Minimum reduciren, wenn man auf jede Unze Gummilösung zehn Tropfen Glycerin zufügt. Bei dieser Modification wird die Haut nach dem Trocknen nicht transparent und arbeitet fast wie eine nasse Platte; jedoch hat sie dann den einen Uebelstand, dafs sie sich nur vierzehn Tage hält.

Dem Leser werden die etwas langwierigen Arbeiten, welche mit diesem Processe verknüpft sind, schon beim Durchlesen klar werden.

Wesentlich einfacher ist das Harztrockenverfahren, bei welchem das Präservativ (irgend ein Harz, z. B. Colophonium) direct zum

Collodion gesetzt und die damit erzeugte Platte gesilbert und gewaschen wird.

Abbé Despratz hat das erste Verfahren der Art angegeben, später hat es Mr. England cultivirt, neuerdings hat sich Hr. Harnecker in Wriezen sehr speciell damit beschäftigt. Er fertigt ein Collodion für diesen Zweck bereits für den Handel im Grofsen und die Versuche zahlreicher Praktiker sprechen für dessen Brauchbarkeit.

2) Der Harztrockenprocess von Harnecker.

Eine gut geputzte Glasplatte wird mit Harnecker-Collodion oder mit einem gewöhnlichen Collodion überzogen, zu welchem man auf 100 Gramm $\frac{1}{2}$ Gramm Colophonium gesetzt hat. Nachdem der letzte Tropfen nach dem Abfliefsen des Ueberschusses erstarrt ist, taucht man die Platte in ein gut arbeitendes Silberbad:

Silber . . .	15 Gramm,
Wasser . . .	135 -
Salpetersäure .	2 Tropfen.*)

Die passendste Temperatur ist 15° R., Dauer des Sensibilisirens 5 — 8 — 10 Minuten. Die mittlere Zeit ist durchschnittlich die beste. Die gesilberte Platte wird zuerst mit filtrirtem destillirtem Wasser gut vorgespült, sodann mit gewöhnlichem Wasser tüchtig nachgewaschen und schliefslich wieder mit destillirtem Wasser ein wenig nachgespült und zum Trocknen auf eine Ecke gestellt bei einer Temperatur nicht unter 17° und nicht über 30° R. Die Platten sind alsdann zum Gebrauch fertig.

Die Exposition kann je nach der Intensität des Lichtes und dem Alter der Platte bis auf das Doppelte, auch Dreifache einer nassen Platte genommen werden. Frische Platten sind merkbar empfindlicher als alte.

Die Platte wird vor dem Entwickeln in eine Schale mit filtrirtem destillirten Wasser (am besten etwas angesäuerten) Wasser gelegt und bei öfterem Hin- und Herbewegen 5 — 10 Minuten eingeweicht, sodann herausgenommen und in dasselbe Silberbad gesteckt, in welchem die Platte sensibilisirt wurde, darin acht bis neun Mal auf- und niedergetaucht und nun entwickelt wie jede nasse Platte.

Der Entwickler besteht aus:

Eisenvitriol .	1 Theil,
Wasser . . .	220 -
Eisessig . .	3 -
Alkohol . . .	4 — 5 -

*) Wir geben hier die Originalrecepte, glauben jedoch, dafs es gut sein dürfte, das Silberbad mit $\frac{1}{4}$ Procent des festen Silbersalzes von Jodkalium zu versetzen.

Verstärkt wird mit folgenden Lösungen:

a) { Pyrogallussäure . 5 Gramm,
Wasser. . . . 2560 -

b) { Silbersalz . . . 15 -
Wasser. . . . 720 -
Eisessig . . . 32 -

fixirt mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron.

Die Entwickelung kann auch dadurch geschehen, dafs die eingeweichte Platte mit der angegebenen Eisenlösung übergossen wird. Man läfst dieselbe einige Secunden auf der Platte hin- und herfliefsen, dann in ein Glas zurücklaufen, setzt zwei bis höchstens drei Tropfen Silberlösung hinzu, bestehend aus:

30 Gramm Silber, gelöst in 720 Gramm Wasser,

und gemischt mit folgenden Fluidas:

30 Gramm Citronensäure gelöst in 720 Gramm Wasser,
60 - Alkohol.

Das Bild erscheint sofort und kann die Platte gespült werden, wenn bei öfterem Uebergiefsen das Bild vollständig und klar heraus ist.

Nach dem Spülen mit gewöhnlichem Wasser wird mit Pyrogallussäure nachgekräftigt; doch mufs hier die Pyrogallussäure ohne Zusatz von Silber über das Bild gegossen werden, um Schleier zu vermeiden. Nachdem die Pyrogallussäure einigemal auf- und abgegossen ist, setzt man citronensaures Silber zu und kräftigt nach.

Beobachtet man bei der Präparation der Platten, dafs das Collodion nicht zu trocken wird, ehe man die Platte in das Silberbad taucht und läfst dasselbe gehörig lange Zeit im Bade, spült nachher gut, so ist der Erfolg zweifellos; namentlich für Aufnahmen im Freien und für Landschaften.

Die Entwickelung kann beliebig lange Zeit nach der Exposition vorgenommen werden.

Hinsichtlich der zahlreichen anderen Trockenprocesse mit Tannin, Gelatine, Kaffee, Thee, welche immer und immer wieder versucht und empfohlen werden, verweisen wir auf die verschiedenen Jahrgänge der Photographischen Mittheilungen, welche über die Fortschritte in diesem Gebiete speciell Bericht erstatten.

Wer in einem dieser Verfahren arbeiten will, dem empfehlen wir nochmals die gröfste Reinlichkeit und Sorgfalt in der Behandlung der Präparate. Eine geringe Verunreinigung, die vielleicht im nassen Processe ohne Nachtheil hingeht, rächt sich im Trockenverfahren oft durch gänzliches Mifslingen. Viele Trockenplattenaufnahmen scheitern allein an der Anwendung eines nicht ganz reinen destillirten Wassers (s. Mr. England in den Photographischen Mittheilungen, Jahrgang VI). Aber selbst abgesehen von diesem Umstande, schreckt die langwierige Herstellung aller Trockenplatten

manchen Arbeiter ab. Zeit ist Geld; und häufig genug ist das Ein- und Auspacken der für einen Ausflug nöthigen Apparate und Chemicalien für den nassen Procefs mit viel weniger Schwierigkeiten und Zeitverlust verbunden, als die Präparation einer Anzahl Trockenplatten. Von Wichtigkeit dürften daher die Trockenplattenverfahren erst dann werden, wenn gute Trockenplatten für den Handel zu einem nicht zu hohen Preise gefertigt werden, so dafs der Photograph die Selbstpräparation ganz erspart.

b) Haltbare Positivpapiere.

Mr. G. Wharton Simpson in London, der rühmlichst bekannte Redacteur der Photographic News, empfahl vor vier Jahren an Stelle des Eiweifspapieres ein Papier, welches mit einem chlorsilberhaltigen Collodion überzogen worden ist. Solches Papier giebt ebenso schöne Copieen, als gesilbertes Eiweifspapier, und zeigt obenein eine Eigenschaft, die dem Erfinder entging, nämlich eine ungewöhnlich lange Haltbarkeit, so dafs in der Art hergestellte Papiere, falls sie richtig präparirt sind, wochenlang unverändert aufbewahrt werden können, während gesilbertes Albuminpapier nach einem bis drei Tagen gelb wird.

Obernetter in München fertigte zuerst ein solches Chlorsilbercollodionpapier für den Handel, welches ausgezeichnete Resultate gab, leider aber eine äufserst leicht verletzbare Oberfläche zeigte und sich im Waschwasser stark rollte. Späterhin haben Carré in Paris und Ost in Wien ähnliche Präparate geliefert. Letzterer hat sein Verfahren der Herstellung in einer kleinen Brochüre publicirt. Wir geben dasselbe auszugsweise unten. Neuerdings ist ein ganz anders zusammengesetztes haltbares Eiweifspapier von Schaeffner & Mohr in Paris — kohlensaures Silberpapier genannt — in den Handel gebracht worden, das erst durch Räuchern mit Ammoniak lichtempfindlich wird*), und ähnlich wie gewöhnliches gesilbertes Eiweifspapier gehandhabt wird, während die Collodionpapiere eine etwas abweichende Behandlung erfordern. Das kohlensaure Silberpapier zeichnet sich gegenüber den Collodionpapieren durch bedeutend gröfsere Billigkeit und Haltbarkeit, sowie Widerstand gegen mechanische Verletzungen aus.

Es ist selbstverständlich, dafs man eine Chlorsilbercollodionschicht nicht blos auf Papier, sondern auch auf Glas, Holz, Email etc. etc. auftragen kann, und dieser Umstand giebt ein Mittel an die Hand, Bilder auf beinahe jedem beliebigem Material zu erzeugen, entweder indem man die betreffende Fläche direct mit dem Chlorsilbercollodion

*) Wahrscheinlich ist dieses Schaeffner'sche Papier nichts weiter als gesilbertes und gewaschenes Albuminpapier (s. o. S. 318).

präparirt und darauf den Copirprocefs durchmacht oder indem man das Bild auf Collodionpapier fertig darstellt und dann das Häutchen mit dem Bilde ablöst und auf den betreffenden Gegenstand überträgt.

Chlorsilbercollodion.

Ost wendet zur Herstellung seiner Collodionpapiere zwei Sorten Chlorsilbercollodion an:

Collodion No. 1.

Rohcollodion ($1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{2}{3}$ pCt. Wolle haltend)	500	Gramm,
Chlormagnesium	4,5	-

zu diesem Chlormagnesiumcollodion setzt man folgende Lösung:

Höllenstein . .	11	Gramm,
Wasser . . .	16	-
Alkohol 40° .	16	-

Man löst zunächst den Höllenstein durch die angegebene Menge Wasser, setzt dann den Alkohol hinzu, giefst die fertige Lösung im Dunkeln in das Chlormagnesiumcollodion und schüttelt tüchtig. Zu dem so hergestellten milchigen Chlorsilbercollodion setzt man unter Schütteln:

	Citronensäure .	4	Gramm,
gelöst in	Wasser . . .	8	-
	Alkohol 40° . .	8	-

Das so hergestellte Collodion hält sich wochenlang.

Collodion No. 2.

Rohcollodion (wie oben) . .	625	Gramm,
Chlormagnesium	3,75	-

dazu folgende Silberlösung:

Höllenstein . .	16	Gramm,
Wasser . . .	16	-
Alkohol 40° .	16	-

und später dieselbe Citronensäurelösung wie oben.

Beide Collodien läfst man zwei Tage ruhig stehen, giefst sie von dem entstandenen Bodensatze ab und nimmt sie in Gebrauch.

Collodionpapier.

Als Unterlagspapier für dieses Chlorsilbercollodion benutzt man am besten eine Art Glanzpapier, die man nach Ost folgendermafsen herstellt. Man streicht mittelst eines breiten Pinsels möglichst gleichmäfsig eine Gelatineeiweifslösung auf photographisches Rohpapier, vertreibt den Anstrich mittelst eines Dachshaarpinsels und läfst ihn trocknen. Der getrocknete Bogen wird ein zweites Mal gestrichen, getrocknet, geprefst und schliefslich gebürstet, wodurch er glänzend und satinirt wird.

Die Gelatineeiweifslösung wird folgendermafsen bereitet: Das Weifse von zwanzig Stück Eiern wird zu Schnee geschlagen und durch Absetzen geklärt, die klare Lösung mit dem gleichen Volumen einer lauwarmen, durch Absetzen geklärten Gelatinelösung (1 Theil Gelatine, $4\frac{1}{2}$ Theil Wasser) gemischt und in dieses Gemenge 3 bis 4 Pfund Barytweifs und $\frac{1}{2}$ Pfund Federweifs verrührt. Die Lösung mufs warm aufgetragen werden.

Das Auftragen des Collodions auf dieses Papier macht sich sehr einfach, indem man das Papier mittelst zwei Stifte auf eine glatte Holzunterlage befestigt und das Chlorsilbercollodion gerade so aufgiefst, wie auf eine Glasplatte. Man überzieht das Papier zunächst mit Collodion No. 1, trocknet durch Aufhängen an Klammern, dann mit Collodion No. 2, indem man an der der ersten Abflufsecke gegenüberliegenden Ecke abfliefsen läfst, und trocknet abermals. Das Papier ist somit fertig.

Obernetter's Collodionpapier ist im Handel fertig zu haben. Die Zeit des Copirens ist bei diesem Papier halb so lang, wie beim Albuminpapier und empfiehlt es sich deshalb besonders im Winter und zu Vergröfserungen.

Vor dem Vergolden werden die Copieen in gewöhnlichem Wasser gewaschen (5 — 10 Minuten), um den gröfsten Theil des überschüssigen salpetersauren Silberoxydes zu entfernen.

I. In $1\frac{1}{2}$ Liter destillirtem Wasser gelöst:
Schwefelcyanammonium . . . 40 Gramm,
unterschwefligsaures Natron . . 4 -

II. In $1\frac{1}{2}$ Liter destillirtem Wasser gelöst:
Chlorgold . . . . 2 -
oder entsprechend 3 Gramm Goldsalz.

Diese beiden Lösungen halten sich beliebig lange. Beim Gebrauche mischt man je nach Bedarf gleiche Volumtheile beider Lösungen und kann damit sogleich vergolden. Auf diese Weise ist man im Stande, schnell ohne langweiliges Abwiegen, eine kleine Quantität Goldbad für ein paar Bilder herzustellen. Verstärkt wird ein erschöpftes Bad durch Zusatz einiger Tropfen Chlorgoldlösung.

Haben die Copieen den gewünschten Ton erreicht (2—10 Minuten), so werden sie in gewöhnlichem Wasser etwas abgespült und in folgender genau zusammengesetzten Lösung fixirt:

unterschwefligsaures Natron . 40 Gramm,
gewöhnliches Wasser . . . 1000 -

auch hierzu genügen 5 — 10 Minuten.

Auswaschen, wie oben beschrieben.

Vor dem Aufkleben ist es vortheilhaft, die Copieen anzufeuchten, um das Rollen zu verhindern, oder besser, sie noch feucht aufzukleben. Durch kräftiges Satiniren erhalten sie erst ihre volle Schönheit.

Um diese Bilder mechanisch weniger verletzbar zu machen, empfiehlt Ost folgenden Firnifs als Ueberzug der fertigen Bilder:

Benzin	2	Pfund,
Gummi elastic. .	1	Loth,
Mastix	2	-
Canadabalsam . .	½	-

Uebertragungspapier und übertragene Bilder.

Als Grundlage des Uebertragungspapiers dient ein photographisches Papier, welches mit Gelatinelösung 1 : 13 überstrichen worden ist. Das Papier wird in ähnlicher Weise mit Chlorsilbercollodion überzogen wie eine Negativplatte mit Negativcollodion, jedoch mit dem Unterschiede, dafs das Aufgiefsen nach dem Trocknen der ersten Schicht wiederholt wird, so dafs es über die beim ersten Ablaufen nach oben gehaltene Ecke abfliefst. Auf diese Weise wird gröfsere Gleichmäfsigkeit erzielt. Das Papier hält sich monatelang.

Behufs der Bilderzeugung copirt man dieses Papier unter einem Negativ, wäscht, tont in einem Rhodangoldbade wie Obernetter, und fixirt. Diese Operationen dürften den meisten Photographen bekannt und handlich sein. Anders ist es mit der Uebertragungs-Operation, die Hr. Ost folgendermafsen beschreibt:

Das Uebertragen. — Nach dem letzten Waschen haben die Bilder durch das Zusammenziehen des ziemlich starken Collodionhäutchens das Bestreben, sich zu rollen, was bei der Uebertragung unangenehm ist. Man kann aber diesen Uebelstand dadurch leicht heben, dafs man die Bilder einzeln durch warmes Wasser rasch zieht; sie werden sofort flach und verbleiben in diesem Zustande, wenn sie dann in eine zweite Schale, welche mit kaltem Wasser gefüllt ist, übergelegt werden. Eine solche Operation nimmt nur einige Minuten bei mehreren Hundert Bildern in Anspruch.

Will man nun auf Glas oder Papier übertragen, so wird die Photographie mit der Bildseite auf ein Glaspapier*) gelegt, und während einer halben Minute in ziemlich warmes Wasser getaucht; sofort wird sich mit der gröfsten Leichtigkeit das Papier von der Collodionschicht (die das Bild in sich schliefst) abschieben lassen. Das Glaspapier mit dem Colldionhäutchen wird sodann auf eine hierzu bestimmte Glasplatte, die nur um etwas gröfser ist, gebracht, und mit einem breiten Firnifspinsel von der auf dem Collodion noch haftenden Gelatine durch warmes Wasser befreit, welche Operation in einigen Secunden beendet wird; sodann legt man einen Carton**) auf ein Stückchen reines Fliefspapier, giefst ungefähr einen Kaffeelöffel voll dünn gekochter Gelatine nach folgendem Verhältnifs darauf:

feine Gelatine	1	Loth,
Wasser . .	25	-

hebt das Glaspapier mit dem Collodionbildchen vom Glase und drückt es mit der Bildseite, dem Carton zugewendet, auf die Oberfläche der

*) Glaspapier ist ein mit gutem Copalfirnifs gestrichenes Papier, das dadurch eine glasähnliche Durchsichtigkeit erlangt.

**) Verwendet man Lackcarton, so erhält das Bild nach dem Trocknen einen glasähnlichen Glanz. Gewöhnliche Cartons beeinträchtigen die Schönheit dieser Bilder.

Gelatine; streift mit dem Firnifspinsel einige Male über das Glaspapier, wodurch die überflüssige Gelatine herausgedrückt wird, und hebt das Glaspapier, an einer Ecke fassend, vorsichtig vom Carton. Das Collodionbild ist jetzt auf den Carton übertragen und die schwachen Falten, die das Häutchen noch bildet, werden nach dem Trocknen vollkommen glatt.

Zu diesem Zweck legt man die fertigen Bilder auf grofse Bogen Papier, die früher mit einem Theil Schweinefett und einem Theil Wachs heifs eingelassen wurden; es wird dadurch das Ankleben der Lackcartons, an deren Kanten die Gelatinelösung haftet, verhütet.

Solche mit Fett präparirte Bogen können Jahre lang benutzt werden.

Das Uebertragen auf Glas geschieht auf gleiche Weise, nur dafs statt Carton Glas genommen wird und man stark exponirte Bilder wählt.

Bei dem Uebertragen sorgt man, dafs zwischen dem Collodionhäutchen sowie dessen Unterlage (nämlich Carton, Glas oder Porzellanplatten u. s. w.) sich keine Luftblasen befinden. Man gelangt zu dieser Fertigkeit nach kurzer Uebung durch das Auflegen auf die Gelatine, sowie das Herausstreichen derselben mit dem Firnifspinsel.

Ferner ist noch zu bemerken, um während des Uebertragens fortwährend warmes Wasser zu haben, dafs man folgende Einrichtung treffe. Auf den Arbeitstisch wird ein eiserner Dreifufs von ungefähr 3 Zoll Höhe und auf diesen eine mit Email glasirte Casserolle gestellt (derlei Gefäfse sind in jeder Kochgeschirr-Handlung zu bekommen); die Casserolle soll 9 bis 10 Zoll Durchmesser und ungefähr 3 Zoll Tiefe halten; diese wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt, welches durch eine Spirituslampe erwärmt wird. Das Wasser benutzt man zum Abziehen, zum Reinigen der Bilder von der Gelatine und zur Nafs- und Warmhaltung des breiten Pinsels, sowie zur Erwärmung der Gelatine.

Uebertragen auf ovale oder runde Porzellanplatten. — Das Uebertragen auf ovale oder runde Porzellanplatten unterscheidet sich dadurch, dafs das Klebemittel keine Gelatine, sondern Copalfirnifs ist.

Will man eine Broche auf Porzellan oder Emailplatte anfertigen, so schneidet man das zum Uebertragen bestimmte Bild auf jeder Seite um $\frac{1}{4}$ Zoll gröfser als die Platte ist, legt es (mit der Bildseite) auf das Glaspapier, befreit es von Papier und Gelatine durch warmes Wasser, ebenso wie bei dem frühern Procefs; dann bestreicht man die Ränder und die Oberfläche der Porzellanplatte mit leichtem Copalfirnifs, der mit Chloroform sehr verdünnt ist, ungefähr 1 Theil Copalfirnifs und 5 bis 6 Theile Chloroform. Diese Lösung bewahrt man in einem gut verkorkten Fläschchen und nimmt während des Gebrauches nur kleine Quantitäten heraus, da Chloroform sich sehr schnell verflüchtigt.

Das Auftragen des Firnisses geschieht mit einem mittelgrofsen Fischpinsel, und mufs in raschen gleichmäfsigen Strichen und sehr mager geschehen, d. h. der Pinsel, womit der Anstrich bewirkt wird, darf nur sehr wenig Firnifs fassen und nur halb nafs sein. — Die gefirnifste Platte wird nun an den Rand des Tisches gelegt, worauf das Collodionhäutchen angedrückt und vom Glaspapier befreit wird; das vorstehende Häutchen schlägt man um die Ränder der

Platte, und spannt das Bild, indem man so viel als möglich die sich bildenden Falten zu beseitigen sucht. — Das weitere Ausgleichen und Glätten wird durch anfangs leichteres, später festeres Anreiben mit feiner Baumwolle (solche, wie man sie zum Collodion-Filtriren gebraucht) bewirkt.

Es ist nicht zu läugnen, dafs das Uebertragen auf Medaillons mit Firnifs eine gewisse Uebung erfordert, und anfänglich werden Versuche öfters mifslingen; jedoch wenn man einmal die Schwierigkeiten überwunden und sich den Vortheil angeeignet hat, dann geht die Sache rasch und ohne Anstand. Ost sagt: „Ich übertrage gegen vierzig Medaillons in einer Stunde, ohne dafs Eines mifsglückt.

An den verunglückten Platten haftet die Collodionschicht fest an dem Porzellan, und ist sehr schwer vollkommen zu entfernen; am besten reinigt man diese, wenn sie über Nacht in Aetzlauge gelegt werden.

Gegenstände, die durch Umschlagen nicht gespannt werden können, lassen sich mit Copalfirnifs nicht übertragen, weil sich das Collodionhäutchen durch den Firnifs zusammenzieht und dadurch runzlig wird.

Bei Vasen, Schalen, Trinkbechern und Gläsern, Tassen, Flaschen etc., die dem öfteren Gebrauch und Waschen ausgesetzt sind, darf das Uebertragen nicht mit Gelatine geschehen, weil diese sehr leicht in Wasser löslich ist; bei solchen Gegenständen erreicht man eine unlösliche Uebertragungs-Photographie, wenn statt Gelatine Albumin (Eiweifs) angewendet wird. Zu diesem Zwecke schlägt man das Weifse von mehreren Eiern zu Schnee und läfst es durch Absetzen klären. Dieses abgesetzte und leicht flüssige Eiweifs benutzt man statt der Gelatinelösung. Das Collodionhäutchen haftet sehr gut daran.

Schliefslich werden die mit Photographieen auf solche Art gezierten Gegenstände durch langsames Erwärmen bis zu ungefähr 70 Grad Réaumur erhitzt, wodurch das Eiweifs coagulirt und in Wasser unlöslich wird.

Positive Bilder direct auf Glas copirt und Reproduction von Negativen.

Das Weifse von vier Eiern wird mit vier Unzen Wasser zu Schnee geschlagen, absetzen gelassen, durch ein Tuch filtrirt und gut gewaschene Glasplatten damit überzogen. Man hilft der Vertheilung der Eiweifsschicht durch einen Glasstab nach und läfst die Platten an einem staubfreien Orte trocknen. Die Platten halten sich monatelang. Sie werden behufs der Präparation erst mit dem Collodion No. 1, dann nach dem Trocknen mit dem Collodion No. 2 überzogen, gut getrocknet und im Copirrahmen unter einem Negativ mit hintergelegtem schwarzen Tuche copirt. Das Controlliren der Copie ist leicht, da dieselbe durch das Glas hindurch sichtbar wird. Die Copieen müssen kräftig gehalten werden. Man wäscht die Platten, tont und fixirt sie wie Collodionpapier (s. o.) und hat so ein schönes Transparentpositiv, was mechanischen Verletzungen auch ohne Firnifs widersteht*).

*) Das Verfahren ist natürlich nur für ebene Negative anwendbar.

Wiederholt man diesen Procefs, so kann man nach dem Positiv leicht ein neues Negativ fertigen. Jedoch bedarf man dazu einer sehr intensiven Copie, und empfiehlt es sich, ein zu diesem Zweck hergestelltes Positiv gar nicht zu tonen, sondern sogleich zu fixiren, wodurch es eine braune, chemisch undurchsichtige Farbe erhält.

Wünscht man eine vergröfserte Copie, so verfährt man mit dem Positiv, wie unten angegeben.

Monckhoven publicirte neuerdings einige höchst wichtige Angaben über die Reproduction von Negativen mittelst Chlorsilbercollodion*). Er sagt:

„Ich habe mich in letzter Zeit viel mit dem Chlorsilber-Verfahren beschäftigt und gebe hiermit einige Aufklärungen, welche den Photographen behülflich sein werden, mit Erfolg neue Negative zu erzeugen.

„Ich habe früher geglaubt, man müsse die mit Chlorsilbercollodion präparirten Platten überexponiren, um kräftige Resultate zu erhalten. Aber ich habe bald meinen Irrthum erkannt und zu gleicher Zeit eine Entdeckung gemacht, deren praktische Wichtigkeit Niemandem entgehen wird.

„Bei den Chlorsilberplatten tritt gerade dieselbe unvorhergesehene Erscheinung der Solarisation auf, wie bei den Jodsilberplatten, so zwar, dafs, wenn man eine solche Platte zu lange der Einwirkung des Lichtes aussetzt, alle Schattenpartieen durch Reflexion den wohlbekannten metallischen Schimmer annehmen, in der Durchsicht jedoch einen rothen Ton, in welchem nach und nach alle Details verschwinden. Das ist der Anfang der Solarisation oder Ueberexponirung.

„Das Licht wirkt auf Chlorsilber (mit Ueberschufs von salpetersaurem Silber) gerade so, wie unter denselben Bedingungen auf Jodsilber, d. h. bis zu einem gewissen Punkte, von welchem an es in seiner Wirksamkeit ein Zurückgehen des Bildes verursacht.

„Ich habe nun versucht, die Solarisation der Chlorsilberplatten zu vermeiden oder wenigstens hinauszuschieben, und es gelang mir dies, indem ich dieselben den Dämpfen von Ammoniak aussetzte.

„Wenn man eine Chlorsilberplatte in zwei Hälften schneidet, die eine den Ammoniakdämpfen aussetzt und beide unter einem Negativ copirt, so ist der Unterschied auffällig, die eine solarisirt sich sehr bald, die andere giebt ein kräftiges Bild ohne die Erscheinung der Solarisation.

„Nach diesen theoretischen Ausführungen theile ich nun meine Art zu arbeiten mit.

„Ich bereite abgesondert folgende Lösungen:

A. Normalcollodion,		
Collodionwolle	1	Gramm,
Aether	40	Kubikcentimeter,
Alkohol	40	-

„Ich lasse sehr gut absetzen und bediene mich nur des ganz klaren Theiles.

B. Chlormagnesium	1	Gramm,
Alkohol 38°	10	Kubikcentimeter.

„Nach geschehener Auflösung wird filtrirt.

*) Siehe Photographische Mittheilungen. VI. Jahrgang. Decemberheft S. 212.

C. Silbernitrat in Pulver	20	Gramm,
destill. Wasser	30	Kubikcentimeter,
Alkohol	70	-

„Zuerst wird das Silber im Wasser aufgelöst, dann der Alkohol zugesetzt und zuletzt filtrirt.

D. Citronensäure in Pulver	18	Gramm,
siedendes Wasser	18	Kubikcentimeter,
Alkohol	162	-

„Die Citronensäure wird zuerst in kochendem Wasser aufgelöst und nach Zusatz des Alkohols die Lösung filtrirt.

„Um das Collodion zusammenzusetzen, nimmt man eine der braunen Flaschen, in welche man die Moselweine füllt, denn in diesen Flaschen hält sich das Collodion bei offenem Lichte weifs, giefst in selbe 600 Kubikcentimeter des Normalcollodions *A* und 50 Kubikcentimeter der Chlormagnesiumlösung *B*, schüttelt sehr gut, dann fügt man 60 Kubikcentimeter der Silberlösung *C* hinzu, schliefst die Flasche und schüttelt sehr stark durch einige Minuten. Nun fügt man 40 Kubikcentimeter der Citronensäurelösung *D* hinzu, schüttelt nochmals und bedient sich des Collodions erst 8—10 Tage nach der Bereitung, denn es wird durch Aelterwerden besser.

„Ich mufs den Leser aufmerksam machen, dafs er sich genau an die oben angeführten Formeln halte, denn die Präparation des Chlorsilbercollodions mufs mit Pünktlichkeit geschehen. Ist zu wenig Silber da, so ist das Collodion ganz unempfindlich gegen das Licht, ist zu viel Silber da, so krystallisirt dasselbe auf der Oberfläche der Platten. Im ersten Falle setzt man Silbersalz zu, in letzterem Chlormagnesium.

„Dieses Collodion hat eine opalisirende Farbe und darf keinen Niederschlag absetzen, wenn es richtig bereitet wurde.

„Die Platten werden nach sorgfältiger Reinigung mit Albumin, welches mit seinem Volumen Wasser verdünnt ist, überzogen, gut getrocknet und sodann collodionirt. Aber das Collodion mufs aufserordentlich langsam ausgegossen werden, damit man eine recht dicke Schicht erhält. Es ist diese Art viel besser, als wenn man die Platten mit einer doppelten Collodionschicht versieht, weil beinahe immer, wenn man nicht mit ungewöhnlicher Geschicklichkeit verfährt, der zweite Collodion-Aufgufs die erste Schicht theilweise auflöst. Bevor man nun die Chlorsilberplatten exponirt, setzt man sie den Ammoniakdämpfen aus.

„Man giefst das Ammoniak auf ein Uhrglas, welches man auf den Boden eines mit horizontalen Falzen versehenen Kastens stellt. Die Platten werden 3 oder 4 Zoll hoch über der ammoniakhaltenden Schale eingeschoben und 3 Minuten den Dämpfen ausgesetzt, danach eine halbe Stunde an der Luft gelassen und sodann mit dem Negativ im Copirrahmen zusammengebracht.

„Die Färbung und Fixirung gehen nach den obigen Angaben vor sich.

Copirverfahren mit Entwicklung.

Wie bereits früher bemerkt, hat sich bis jetzt das directe Copirverfahren trotz seiner grofsen Langsamkeit dennoch durch die Vorzüglichkeit seiner Producte den Vorrang vor dem Copirverfahren

mit Entwicklung behauptet. Es giebt jedoch Fälle, wo man ein empfindliches Verfahren unter Umständen vorzieht, z. B. bei Herstellung vergröfserter Bilder bei schwachem Licht, sowie zur Herstellung von Drucken in grofser Anzahl für einen Zweck, wo es mehr auf Billigkeit als auf Schönheit ankommt. Für solche Zwecke hat man vielerlei Verfahren versucht, besonders präparirte Papiere in Anwendung gebracht etc. Sehr schöne Resultate für gedachten Zweck giebt das Collodionpapier. Jedoch ist dasselbe nur bei frischer Präparation zum Entwicklungsprocefs geeignet. Solche Präparation kann jedoch jetzt, wo das fertige Chlorsilbercollodion sowohl als auch fertiges Gelatineglanzpapier (s. o.) im Handel zu haben ist, keine Schwierigkeiten bieten.

Obernetter empfiehlt behufs der Herstellung entwickelter Bilder auf Collodionpapier: Belichten, bis die Contouren der Bilder sichtbar sind, dann Eintauchen in folgende Lösung:

Wasser	1000	Theile,
Pyrogallussäure .	$\frac{1}{2}$	-
Citronensäure . .	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$	-

Ist das Bild hinreichend kräftig entwickelt, so wäscht, tont und fixirt man es wie gewöhnliche Collodionpapierbilder (Monckhoven's Entwicklungscopirprocefs folgt unten).

Vergröfserungen.

Häufig wird dem Photographen die Aufgabe gestellt, nach einem kleinen Negative ein vergröfsertes positives Bild zu liefern. Verschiedene Verfahren führen hierbei zum Ziele.

Jede Linse entwirft bekanntlich von einem Gegenstande, der weiter als die doppelte Brennweite entfernt ist, verkleinerte Bilder, von einem Gegenstande, der innerhalb der doppelten und einfachen Brennweite liegt, dagegen vergröfserte (s. S. 156).

Eine Visitenkartenlinse giebt z. B. ein 3 Zoll hohes Bild eines 20 Fufs entfernten Menschen von 5 Fufs Höhe, umgekehrt kann dieselbe Linse von einem in dieser Weise gewonnenen Negative ein lebensgrofses Bild in 20 Fufs Entfernung liefern. Nun vermindert sich jedoch die Helligkeit eines solchen Bildes nach Mafsgabe der Flächenvergröfserung, und es ist daher klar, dafs, wenn man ein lichtstarkes optisches Bild der Art erzeugen will, man das in der Entfernung der Brennweite bei der Linse angebrachte Negativ um so kräftiger beleuchten mufs, je stärker die Vergröfserung ist.

Für mäfsige Vergröfserungen (sechs- bis achtfach) genügt

1) Das indirecte Copirverfahren.

Man fertigt bei diesem zunächst mit den gewöhnlichen Chemicalien ein Transparentpositiv in der Camera oder mit Chlorsilbercollodion in Originalgröfse und danach ein vergröfsertes Negativ.

Man bedient sich dazu zweier Cameras, die mit ihren Kopfenden aneinander gesetzt werden; aus der einen Camera ist das Objectiv herausgeschraubt. Das Objectiv der zweiten Camera ragt dann in die erste Camera hinein. Letztere dient eigentlich nur als passende Stellage zur Aufstellung des Negativs und Abhaltung von Nebenlicht. Man befestigt das Negativ, an dem man bereits die nöthige Retouche angebracht hat, in der Cassette der letzteren Camera mit Hülfe von Wachspfropfen und setzt die Cassette in die erste Camera ein. Das ganze System placirt man auf einem langen und soliden Stativ, welches man am besten einem Fenster mit vollkommen freiem Himmelslicht gegenüberstellt.

Ich pflege dergleichen Arbeiten im Atelier vorzunehmen, indem ich die Basis des Stativs schief nach oben richte und das ganze Atelier bis auf eine Oeffnung von circa 10 Fufs Breite und Höhe zuziehe. Dieser Oeffnung gegenüber placire ich das Stativ mit den Cameras.

Sehr empfehlenswerth ist es, alles überflüssige Licht abzuschliefsen. Fällt nämlich Licht von der Rückseite auf das Negativ, so erscheint dasselbe theilweise positiv, indem die Glasfläche Licht reflectirt. Natürlich kann dadurch ein ganz falscher Effect hervorgebracht werden, und daher deckt man während der Exposition über die Verbindungsstelle der beiden Cameras lieber ein schwarzes Tuch. Aber auch das durch die hellen Ränder des Negativs fallende Licht ist nachtheilig, es gelangt durch das theilweise wie ein Fenster wirkende Objectiv als diffuses Licht in die Camera und stört die Klarheit der durchsichtig bleiben sollenden Stellen des zu erzeugenden Collodionbildes.

Man setzt demnach eine undurchsichtige Maske vor das Negativ, in der nur eine Oeffnung gelassen ist, grofs genug, das Bild zu beleuchten. Störend wirken ferner Fensterkreuze und ähnliche dunkle, in der Sehrichtung des Apparates liegende Gegenstände; um diese unschädlich zu machen, bringt man eine feine matte Scheibe vor das Negativ, so dafs das Licht diese erst passiren mufs, ehe es auf das Negativ fällt. Den hinteren Deckel der Cassette, in welcher das Negativ ruht, hindert man durch irgend eine einfache Vorrichtung am Zuklappen (bei seitwärts aufgehenden Deckeln ist dies nicht nöthig).

Als Objectiv wählt man eine correct zeichnende Linse von kurzer Brennweite. Visitenkartenobjective von 4 Zoll Brennweite, ebenso Triplets, Aplanats erfüllen diesen Zweck. Der Auszug der hintern Camera mufs natürlich um so gröfser sein, je gröfser das Bild werden soll. Visiten- und Tripletobjective müssen dabei verkehrt (die Hinterlinse nach vorn) an die Camera geschraubt werden. Wünscht man z. B. ein neunfach vergröfsertes Negativ, so stellt man so ein, dafs man zunächst ein dreifach vergröfsertes Positiv erhält. Wenn man nach diesem mit unveränderter Stellung des Apparates die Aufnahme wiederholt, so erhält man wiederum eine dreifache Vergröfserung, also schliefslich eine $3 \times 3 =$ neunfache. Man hat auf diese Weise nur eine einfache scharfe Einstellung nöthig. Man blendet dann nach Genüge ab. Die Exposition wähle man ja nicht zu kurz. Das entwickelte Positiv mufs in der Durchsicht genau dieselben zarten Details in den Licht- und Halbtönen zeigen, welche ein feines Papierpositiv nach demselben Negativ

zeigt. Ein fein durchgearbeitetes, möglichst scharfes und weiches Positiv ist für Herstellung von Vergröfserungen unerläfslich. Der Anfänger glaube nur nicht, dafs er am Ziele ist, wenn er eine saubere Positivplatte erzielt hat. Er prüfe dieselbe, ehe er weiter arbeitet, auf das Sorgfältigste auf ihren Reichthum an Details. Davys sagt, dafs das Positiv so lange exponirt sein soll, dafs es selbst in den hellen Theilen einen leisen Niederschlag zeigt. Verstärkung ist nicht nöthig. Hat man ein feines Positiv gewonnen, so fertigt man nach demselben das vergröfserte Negativ in demselben Apparat. Man kann auch ein Positiv auf Chlorsilbercollodion mit Hülfe des directen Copirverfahrens (s. o.) fertigen und danach das vergröfserte Negativ machen. Es dürfte jedoch die Arbeit mit der Camera, abgesehen vom Einstellen, was bei Vergröfserungen etwas Geduld erfordert, bequemer sein.

Es ist von grofsem Vortheil für das Einstellen, wenn man die äquivalente Brennweite des Objectivs kennt (s. S. 196). Man kann alsdann Negativ und Visirscheibe ungefähr in die aus der äquivalenten Brennweite berechnete Entfernung setzen und spart ein mühsames Ausziehen und Zusammenschieben, behufs Aufsuchung der richtigen Entfernung. Für Bilder in Originalgröfse ist so z. B. die Entfernung des Originals (Negativ) sowohl als die der Collodionplatte gleich dem Doppelten der Brennweite. Für Vergröfserungen ist die Entfernung des Originals kleiner als das Doppelte der Brennweite. Meagher in London hat eine lange Balgcamera construirt, die in der Mitte des Balges einen Einsatz zur Befestigung des Objectivs hat und in deren Vordertheil man das Negativ leicht einsetzen kann. Sämmtliche Theile lassen sich durch Schrauben ohne Ende leicht nähern und entfernen und dadurch die scharfe Einstellung leicht erreichen. Wer viel derartige Arbeiten zu machen hat, thut wohl, Marken an der Camera anzubringen, welche die Entfernung angeben, bis zu welcher man dieselbe bei verschiedenen Vergröfserungen auszuziehen hat.

Dringend nöthig ist die Vermeidung jeglicher Erschütterung während der Exposition. Jede noch so kleine Bewegung wird durch die Vergröfserung potenzirt und veranlafst Unschärfe. Man sorge daher für eine solide Basis und vermeide Umherlaufen, Thürenschlagen etc. Mitunter wird beim Oeffnen des Objectivs eine Erschütterung verursacht. Wir pflegen den Deckel desselben gar nicht aufzusetzen, sondern das Zulassen und Abschliefsen des Lichts mit Hülfe eines schwarzen leichten Pappdeckels vorzunehmen, den wir vor das Negativ stellen und leicht wegnehmen behufs der Exposition. Noch ist zu bemerken, dafs man gut thut, das bei der ersten Arbeit erzielte Transparentpositiv einer sorgsamen Retouche zu unterwerfen, ehe man danach ein Negativ fertigt.

Man kann auf diese Weise Negative erzielen, welche sogar in künstlerischer Hinsicht das Original übertreffen. Nach dem vergröfserten Negativ erzielt man ein Positiv in der gewöhnlichen Weise.

2) Das directe Copirverfahren.

Bei diesem wird das vergröfserte Bild unmittelbar auf lichtempfindlichem Papier aufgefangen und entweder auf demselben

auscopirt oder durch Entwicklung herausgebracht. Für letztern Fall reicht man mit einem schwachen Lichte aus; für den ersten Fall bedarf es jedoch einer höchst intensiven Beleuchtung des betreffenden Negativs, und diese bewerkstelligt man durch Sonnenstrahlen, welche man entweder unmittelbar oder mit Hülfe eines Reflectors auf das Negativ senkrecht fallen läſst, resp. mit Hülfe einer groſsen Beleuchtungslinse darauf concentrirt. Es sind für diesen Zweck besondere Vergröſserungsapparate construirt worden.

Im Allgemeinen ist die Abhängigkeit der Vergröſserungsarbeit vom Sonnenlicht ein groſses Hinderniſs der Anwendung, namentlich in nordischen Gegenden, wo ohnehin die Strahlen der Sonne eine sehr geringe Kraft besitzen (s. S. 138). Für diese Regionen würde sich die Anwendung eines Copirverfahrens mit Entwicklung (s. u.) besser empfehlen als das directe.

Bei Auswahl der Negative zu Vergröſserungen ist zu beachten, daſs jeder noch so kleine Fehler mit vergröſsert wird, daſs demnach diese Negative wahre Nonplusultras in Bezug auf Schärfe, Klarheit, Weichheit und Reinheit des Glases sein müssen. Gewöhnlich pflegt man für das directe Copirverfahren nicht lackirte Negative anzuwenden, da die feinen im Lack suspendirten Unreinigkeiten hierbei schon störend wirken und obenein der Lack durch die starke Hitze der concentrirten Sonnenstrahlen leicht erweicht.

Für mäſsige Vergröſserungen genügt eine lange groſse Camera, für stärkere nimmt man jedoch lieber eine für diesen Zweck extra hergerichtete Dunkelkammer, deren Anlage sich jedoch nur für den Fall groſser Nachfrage lohnt.

Im Allgemeinen haben in Norddeutschland die Vergröſserungen ein nur kleines Publicum, und wird deshalb die Herstellung derselben nur von einzelnen Ateliers besorgt, die für diesen Zweck auch Aufträge nach eingesendeten Negativen übernehmen, so z. B. Hr. Schwarz in Brandenburg und Hr. Harnecker in Wriezen.

Um den Lesern von der Einrichtung eines Vergröſserungsetablissements einen Begriff zu geben, publiciren wir nachfolgend die Beschreibung des Monckhoven'schen Apparats.

Derselbe läſst sich in einem verdunkeltem Zimmer von 4—5 Meter (13—16 Fuſs) Länge aufstellen, dessen Fenster ungefähr nach Süden geht. Vor dem Fenster ist ein Spiegel, Fig. 94, ganz aus Eisen construirt, angebracht. Mittelst der Kurbel *G* und des Getriebes *F* giebt man ihm eine solche Stellung, daſs das gebrochene Strahlenbündel nahezu horizontal in den Lichtsammler der Solar-Camera fällt. Die Bewegung des Spiegels ist sehr bequem, es genügt, ihn alle 20 Secunden nachzustellen, um die Strahlen in constanter Richtung zu erhalten.

Fig. 95 und 96 stellen die eigentliche Solar-Camera dar, Fig. 95 mit fortgenommenen Vorderwänden, um die Anordnung zu zeigen,

und Fig. 96 schematisch, um den Gang der Lichtstrahlen klar zu machen. Gleiche Buchstaben bezeichnen gleiche Theile.

Fig. 94.

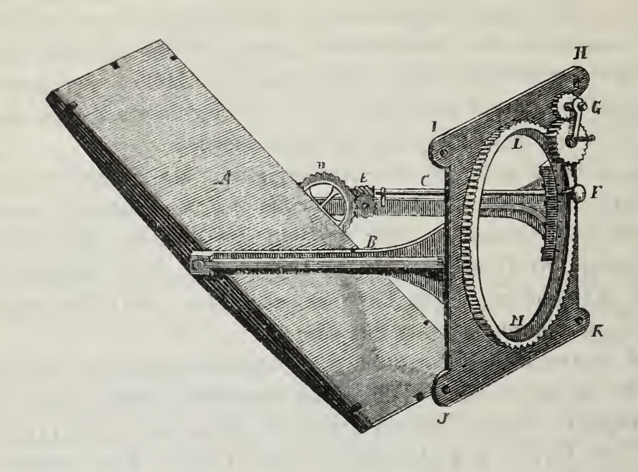


Fig. 95.

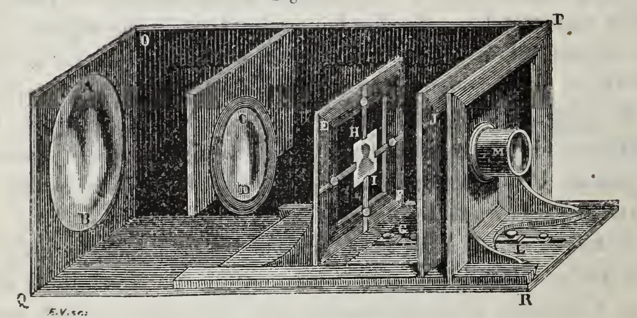
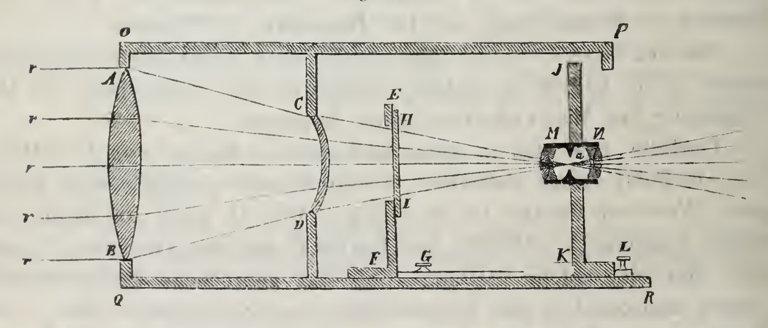


Fig. 96.



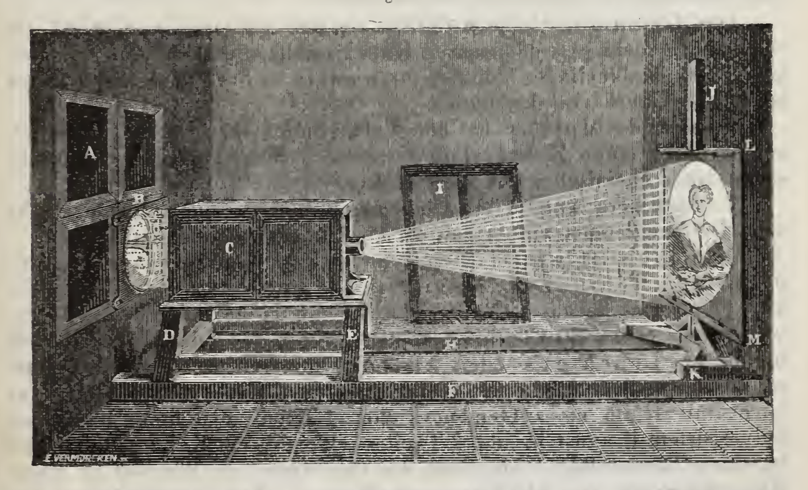
Die Linse AB ist der Sammler, welche nach der Stärke der Apparates im Durchmesser verschieden ist. Ihre Krümmung ist so bemessen, daſs die sphärische Abweichung auf das geringste Maſs reducirt wird.

In der Entfernung ihres Durchmessers von dieser Linse befindet sich eine zweite sehr dünne von der Form eines Uhrglases, welche die sphärische Abweichung der ersten Linse vollständig aufhebt. Daraus folgt zuerst, daſs das Erleuchtungsfeld nicht, wie in den alten Apparaten, an den Rändern des Negativs stärker ist, als in der Mitte, sondern vollkommen gleichmäſsig über die ganze Oberfläche des Originals; dann, daſs jeder einzelne Punkt der Ränder desselben nur von einem einzigen Strahlenbündel durchdrungen wird, und dadurch die Ränder der im dialytischen Apparat vergröſserten Bilder ebenso scharf wiedergegeben werden, als die mittleren Theile, was in den alten Apparaten nicht der Fall ist.

Das Originalbild *HI* wird soweit abgeschnitten, daſs nur die zu vergröſsernden Theile stehen bleiben, und in den Strahlenkegel eingebracht. Früher zerbrachen alle Negative durch die starke Hitze, welche sich auf dieselben concentrirte. Durch Einführung der in Fig. 96 dargestellten Einrichtung zerbricht kein Negativ mehr.

Das Negativ kann von beliebiger Gröſse sein und seine Vergröſserung auf ein mit Chlorsilber sensibilisirtes Blatt von bestimmter Gröſse dauert immer gleich lange. Also wenn man ein Negativ von $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ oder Kartengröſse hat und will nur das Brustbild auf natürliche Gröſse auf einem Doppelbogen von 1 Meter vergröſsern, so dauert es eben so lange, als wenn man die ganze Figur auf einem solchen Doppelbogen vergröſsert.

Fig. 97.



Die Objective sind von besonderer Einrichtung, mit Mittel- oder Hinterblendungen versehen, welche das zerstreute Licht abhalten, ohne dem Licht des Sammlers etwas zu entziehen. Dies ist die Ursache des brillanten und reliefartigen Ansehens der mit dem dialytischen Apparat gefertigten Bilder.

Die Objective sind beweglich, und gestatten die Vergröfserung jedes Negativs zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$ Kartengröfse sowohl auf albumirtem, gesalzenem Papier etc. wie auf Collodion. Man kann andererseits mit dem Apparate besondere Objective verbinden, welche eine Vergröfserung von Negativen in $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{1}$ etc. Gröfse mit derselben Schnelligkeit und Vollkommenheit gestatten.

Fig. 97 stellt die ganze Einrichtung des Apparates dar. In einem verdunkelten Fenster *A* befindet sich der Spiegelapparat *B*. Die dialytische Solar-Camera *C* steht auf einem Gestell *D*. Das vergröfserte Bild entsteht in *L M*. Die Entfernung zwischen der Solar-Camera und dem Rahmen *L* ist 3 Meter ($9\frac{1}{2}$ Fufs) für Blätter von 1,20 Meter ($4\frac{1}{4}$ Fufs) Höhe, 2 Meter ($6\frac{1}{2}$ Fufs) für Blätter von 90 Centim. (35 Zoll) Höhe, und 1,10 Meter ($3\frac{1}{4}$ Fufs) für solche von 40 — 50 Centim. (15 — 19 Zoll) Höhe.

Vergröfserungen bei künstlichem Licht.

Nach Dr. van Monckhoven.

Die Anwendung des künstlichen Lichtes ist für den Photographen insofern von hoher Bedeutung, als er sich dadurch unabhängig vom Tageslicht machen kann.

Bei Herstellung von Vergröfserungen ist es nothwendig, ein intensives Licht von kleiner Oberfläche zu besitzen. Das elektrische Licht würde dem am besten entsprechen, wenn es chemisch kräftiger wirkte. Magnesiumdraht qualmt und ist zu theuer.

Das Drummond'sche Kalklicht ist sehr glänzend und wirkt um so besser, je mehr es kohlensauren Kalk enthält; die in ihm zum Glühen gebrachten Kalkcylinder müssen fortwährend rotiren und der Flamme eine neue Oberfläche darbieten.

Tessié de Mothay hat den Kalkcylinder durch einen Magnesia-, später durch einen Zirkoncylinder ersetzt. Das Licht ist dann sehr schön, aber chemisch nicht sehr kräftig.

Carlevaris wandte mit Chlormagnesium getränkte Kohlenstücke an. Diese erzeugen ein brillantes, aber leider qualmendes Licht.

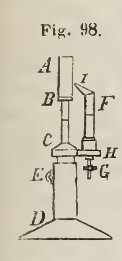
Monckhoven wendet einen Cylinder von einer Mischung von comprimirtem Titanoxyd, Magnesia und kohlensaurer Magnesia an. Er formt daraus Cylinder von 9 Cent. Höhe bei 3 Cent. Breite, welche per Stück 30 Centimen kosten. Statt des reinen Wasserstoffs nimmt er Leuchtgas oder Alkohol, letzterer ist jedoch weniger praktisch, weil er leicht ins Sieden geräth. Sauerstoff erzeugt man leicht mit Hülfe eines Gemenges von 1 Theil geglühtem und dann pulverisirtem Braunstein und 2 Theilen chlorsaurem Kali. Dieses wird in einem Eisenkolben erhitzt und das Gas durch ein Bleirohr in einem Kautschucksack von 350 Litre aufgefangen. Die Arbeit dauert eine Viertelstunde.

Bei Anwendung von nicht geglühtem Braunstein geht die Operation viel langsamer, die Masse schwillt stark an, ja kann sogar explodiren.

Den geglühten Rückstand kann man waschen, auf ein Filtrum

sammeln und von Neuem benutzen. Ein Kilo chlorsaures Kali liefert 270 Litre Gas, die für zwei Stunden ausreichen. Die Unkosten des Lichtes betragen alles in allem zwei Francs per Stunde, ein sehr billiger Preis, verglichen mit Magnesium. Im Kautschucksack hält sich der Sauerstoff einen Monat. Man legt den Sack für den Gebrauch auf ein Brett, welches 100 Kilo trägt.

Fig. 98.



Die Lampe ist identisch mit der, welche Hr. Duboscq construirt hat. Ein Fufs *D* trägt den Cylinder von magnesiumhaltigem Titan *A* und das Gasrohr *F*. Rohr und Cylinder können durch den Trieb *E* mittelst der Zahnstange höher und niedriger gestellt werden; es ist dies erforderlich, um das Licht in den Mittelpunkt des optischen Apparates einzustellen. Ferner ist der Cylinder *A* von oben nach unten und um seine Achse beweglich; dieses ist nöthig, um dem Gasstrom, welcher durch die Spitze *J* entweicht, immer frische, noch ungeglühte Stellen des Cylinders darbieten zu können.

Das Leuchtgas und das Sauerstoffgas werden durch Kautschuckschläuche zu zwei Hähnen *G* geführt. Sie mischen sich erst beim Ausgange aus dem Rohr, wodurch jede Gefahr der Explosion vollständig gehoben wird. Das Rohr läfst sich dem Cylinder näher und ferner bringen, weil es bei *H* in einen horizontalen Untersatz gleitet.

Der Hahn zum Leuchtgase wird zuerst geöffnet und der Gasstrom angezündet. Dann wird der Hahn zum Sauerstoffgase geöffnet und das äufserste Ende *J* des Rohres mit dem obersten Theile des Titan-Cylinders in unmittelbare Berührung gebracht. Das Feuer höhlt ihn aus, und nur dann, wenn die Flamme ihn vollkommen umspült, sieht man die Magnesium- und Titantheilchen glänzen, später läfst der Glanz nach. Nach einer halben Stunde dreht man den Cylinder, um der Glasflamme eine neue Stelle desselben auszusetzen.

Man mufs auf den Sack für das Sauerstoffgas ein Gewicht von 100 Kilogramm legen, und, wenn es erforderlich ist, die beiden Hähne zum Leuchtgase reguliren. Wenn man den Sauerstoffgashahn vollständig öffnet, so erhält man das Maximum von Licht, indem man danach den Hahn zum Leuchtgase regulirt. Um aber die gröfste Helligkeit zu erhalten, darf man nur wenig Sauerstoffgas anwenden, daher den Hahn nur wenig öffnen und danach von Neuem den vom Leuchtgase reguliren. Es erfordert dies eine gewisse Uebung, aber es ist einfach.

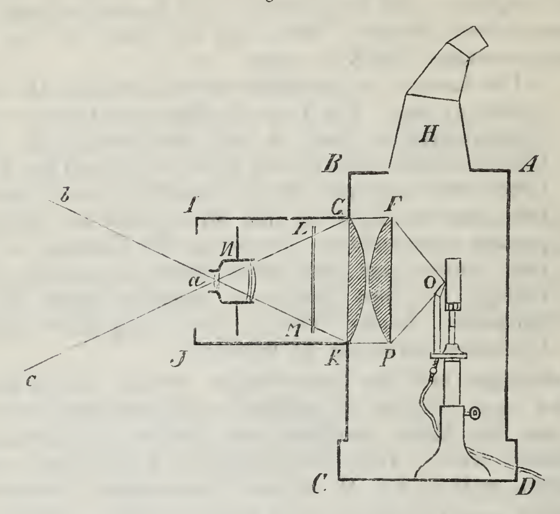
Ein solcher Sack mit Sauerstoff kann von 4 Uhr Abends bis Mitternacht das Gaslicht speisen, wenn man dieses letztere während der photographischen Operationen etwas dämpft.

Beschreibung des Apparates zur Vergröfserung. — Ein Kasten *ABCD* von polirtem Eichenholz, mit einem Schornsteine *H*, enthält die Lampe. Zwei vollkommen weifse Flintglaslinsen von 16 Centimeter Durchmesser sind seitlich an dem Kasten angebracht. In der Achse der Linsen steht, in einem geeignet construirten Apparate, das zu vergröfsernde Bild *LM* und das vergröfsernde Objectiv *N*.

Die Construction der beiden planconvexen Linsen erfordert bedeutend mehr Sorgfalt als bei der gewöhnlichen Laterna magica, bei der man sich Kugelsegmente von schlechtem Glase bedient, welche nicht nur eine grofse Lichtmenge verschlucken, sondern welche auch

das Licht bei Weitem mehr nach jeder Richtung hin zerstreuen und die noch dazu die Feinheit des vergröfserten Bildes aufheben.

Fig. 99.



Das weifse Flint- oder Krystallglas, wenn es auch in hohem Preise steht, hat den Vortheil der äufsersten Durchsichtigkeit und den, dafs man Linsen von sehr kurzer Brennweite daraus anfertigen kann, ohne dafs die sphärische Aberration zu beträchtlich ist. Das Rohr mufs seinen Lichtpunkt genau im Mittelpunkte *O*, dem Brennpunkte der Linse *F P* haben. Man betrachtet hierzu das Objectiv *N*, durch welches der Lichtkegel *GaK* frei gehen mufs. Indem man das Rohr *O* der Linse *FP* nähert oder entfernt, kann man die Helligkeit des Feldes *b c* bedeutend verändern. Man achte auf diesen Punkt. Die Höhe der Flamme regulirt man durch den Trieb *E* (Fig. 98).

Natürlich mufs der Photograph sich mit diesen optischen Erfordernissen gründlich vertraut machen, ehe er an die Herstellung des Bildes gehen kann.

Das photographische Vergröfserungsverfahren. — Zwei Wege bieten sich dar, um von einem kleinen Negativ ein grofses Positiv zu erhalten. Die directe Vergröfserung und die Erzielung eines grofsen Negativs auf Collodion oder auf Papier, welches gut retouchirt, auf gewöhnliche Weise gedruckt wird.

1) Die indirecte Vergröfserung. — Diese Methode ist in den meisten Fällen vorzuziehen, weil sie sicherer ist und weil sie bessere Resultate liefert.

Man fängt damit an, von dem zu vergröfsernden Negativ ein transparentes Positiv in Visitenkartenformat anzufertigen; man kann dies auf gewöhnliche Weise in der Camera obscura und mit nassem Collodion machen. Aber bei dieser Methode haben die Positive in der Durchsicht immer „Grisseln“ und Schleier, haben nicht immer die hinreichende Schärfe und sind in keiner Hinsicht den Positiven zu vergleichen, welche man erhält, wenn man die zu vergröfsernden Negative auf Glasplatten mit Chlorsilbercollodion copirt. Diese letz-

teren sind bedeutend reiner, viel transparenter und lassen sich in drei- bis viermal kürzerer Zeit vergröfsern, als die Positive auf gewöhnlichem Collodion.*)

Wenn die Vergröfserung nicht das Mafs von 45 × 59 Cent. überschreitet, ist Collodion vorzuziehen, aber für gröfsere Formate ist es besser, mit einem Papiernegativ zu operiren.

Man schreitet jetzt zur Vergröfserung eines transparenten Positivs von Visitenkartenformat auf einer Collodionplatte von 48 × 60 Cent. Hierzu gebraucht man zehn bis fünfzehn Secunden. Monckhoven sagt, dafs das grofse Negativ bei Weitem einem direct in der Camera obscura gemachten Negative von derselben Dimension vorzuziehen ist, dafs es geeignet ist, eine grofse Anzahl Abzüge davon zu machen, die alle gut sind, weil es hinreicht, ein für allemal das Negativ gut zu retouchiren, um eine unzählige Menge guter Positivbilder zu erhalten.

Um von einem Positive ein lebensgrofses Negativ zu machen, nimmt man sächsisches Papier von 60 × 90 Cent., welches man präparirt hat in einem Bade von

Wasser	1000	Gramm,
Jodkalium . . .	15	-
Bromkalium . . .	5	-

und welches man dann auf der einen Seite präparirt hat in einem Silberbade, wie es unten angegeben ist.

Monckhoven macht aufmerksam auf die Zeit, die man zu dieser Vergröfserung gebraucht. Er exponirt das feuchte sensibilisirte Papier nur fünf Minuten lang dem künstlichen Lichte, taucht es in das Bad von Pyrogallussäure, wäscht und fixirt und erhält so das Negativ in Naturgröfse.

Durch den neuen Vergröfserungsapparat mit künstlichem Lichte ist nun dargethan, dafs man in Zukunft für diese Art von Photographieen die Sonne entbehren kann. Im Sommer wird es ohne Zweifel immer vorzuziehen sein, sich der Solarcamera zu bedienen, anders aber im Winter.

2) Directe Vergröfserung. — Das kleine zu vergröfsernde Negativ ist in den Apparat gebracht, das vergröfserte Bild wird drei oder vier Minuten auf bromjodirtes, sensibilisirtes Albuminpapier geworfen. Die Präparation dieses Papieres ist sehr einfach. Man setzt ein Bad zusammen aus:

Eiweifs, zu Schnee geschlagen und abgeklärt	100	Gramm,
destillirtem Wasser	1000	-
Jodkalium	15	-
Bromkalium	15	-

und läfst das Papier drei Minuten auf diesem Bade schwimmen, dann verwahrt man es in einer verschlossenen Mappe.

Um zu sensibilisiren, läfst man es auf folgendem Silberbade drei Minuten lang schwimmen:

destillirtes Wasser	1000	Gramm,
salpetersaures Silber	70	-
Eisessig	70	-

*) Ueber Monckhoven's Chlorsilbercollodionverfahren s. o. S. 346.

Das Papier wird noch ganz feucht in ein Bad getaucht von:

destillirtem Wasser	1000	Gramm,
Citronensäure	4	-
Pyrogallussäure	2	-

Das Bild entwickelt sich in wenigen Minuten; es wird in ein Bad von unterschwefligsaurem Gold getaucht, fünf Minuten darin gelassen und dann gewaschen. Die Zusammensetzung dieses Fixirungsbades ist:

Wasser	1000	Gramm,
unterschwefligsaures Natron .	100	-
Chlorgold	$\frac{1}{2}$	-

Der Leser wird für einfachere Verhältnisse auch den vorliegenden Apparat vereinfachen können. Monckhoven's Vorrichtung kostet 500 bis 1000 Francs. Wesentlich billiger und in seinen Leistungen für gewöhnliche Aufgaben vollkommen ausreichend erscheint Harnecker's Vergröſserungsapparat.

Im Allgemeinen stehen vergröſserte Bilder den directen Aufnahmen an Schönheit nach.

Mikrophotographie.

Jeder Naturforscher weiſs, wie mühsam und zeitraubend das Nachzeichnen der mittelst des Mikroskops beobachteten vergröſserten Bilder verschiedener Objecte ist und wie sehr solche Copieen oft vom Originale abweichen.

Diese Umstände haben schon seit längerer Zeit Männer wie Bertsch in Paris, Highley in London, Kellner in Deutschland u. A. veranlaſst, die Photographie zur Aufnahme mikroskopischer Ansichten anzuwenden und es ist diesen auch gelungen, treffliche „Mikrophotographieen“ anzufertigen.

Das Verfahren, dessen sich diese Herren bedienen, ist jedoch nur zum Theil bekannt geworden. Bertsch und Highley benutzten dazu eine Art Sonnenmikroskop oder Laterna magica, bei dem der Bildschirm durch eine photographische Platte vertauscht werden kann. Sie hatten Apparate der Art auf der letzten Industrieausstellung zu London ausgestellt. Der Preis derselben war etwa 500 Thlr. So ausgezeichnet diese Apparate aber auch arbeiten, so ist doch ihr Gebrauch mit manchen Unbequemlichkeiten verbunden. Man ist genöthigt, das in bem Beobachtungsinstrument betrachtete Object in den photographischen Apparat zu transportiren, und hierbei hält es oft sehr schwer, die vorher beobachtete Stelle des Objectes wieder aufzufinden.

Verfasser versuchte deshalb, ob es nicht möglich sei, den erwähnten kostspieligen Apparat ganz zu entbehren und die Bilder, die das Beobachtungsmikroskop zeigt, unmittelbar aufzunehmen. Er nahm zur Probe den seines Asterismus wegen so merkwürdigen Glimmer von South Burgess, spannte ihn in ein Schick'sches Mikroskop und legte dieses horizontal. In dieser Stellung combinirte er dasselbe mit einer kleinen photographischen Camera mit einer simplen achromatischen Linse (sogenannten Landschaftslinse) von circa 4 Zoll Brennweite, so daſs die optischen Axen beider Instrumente zusammenfielen und das Objectiv der Camera

das Ocular des Mikroskops fast berührte. Als er nun mit Hülfe des am Mikroskop angebrachten Hohlspiegels Sonnenstrahlen auf das Object warf, sah er auf der circa 8 Zoll weit ausgezogenen matten Scheibe der Camera ein deutliches Bild der im Glimmer enthaltenen Krystalle. Mit Hülfe des Triebes am Mikroskop wurde dasselbe scharf eingesellt, dann die photographische Aufnahme vorgenommen. Der Versuch glückte vollständig und lieferte nach 25 Secunden Exposition ein scharfes fünfhundertfach vergröfsertes Bild der beobachteten Krystalle.

Diese Methode, Mikrophotographieen anzufertigen, ist so einfach, dafs sie Jeder anwenden kann, der mit den photographischen Operationen einigermafsen vertraut ist; sie macht keinen andern Apparat nöthig, als eine einfache Camera mit einer Landschaftslinse; sie läfst sich jedem Mikroskope, was lichtstark genug ist, anpassen und liefert, jenachdem man die Visirscheibe der Camera mehr oder weniger weit auszieht, Ansichten, die den direct beobachteten gleich, oder auch kleiner oder gröfser als diese sind.

Auf den so erhaltenen Bildern kann man leicht die Winkel der mikroskopischen Krystalle messen, einfach durch Verlängerung der Schenkel und Anlegung eines Transporteurs.

Zwei Vorsichtsmafsregeln hat man noch bei solchen Aufnahmen zu beachten: die Linse der Camera mufs frei von Focusdifferenz (Unterschied des optischen und chemischen Brennpunkts) sein und die Aufnahme in einem Raume erfolgen, der nicht der geringsten Erschütterung ausgesetzt ist.

Man kann auch die Aufnahme bei senkrechter Stellung des Mikroskops vornehmen, wenn man die Camera auf einen passenden Dreifufs setzt, so dafs ihre optische Axe ebenfalls senkrecht steht.

[Diese Methode publicirte ich bereits im November 1862 und habe ich dieselbe vielfach angewendet. V.]

Einige Schwierigkeiten macht die Beleuchtung insofern, als dabei sehr leicht eine Menge Nebenlicht in das Objectiv des Mikroskops fällt, welches die Reinheit des Bildes wesentlich stört. Man concentrirt das Licht am besten so, dafs das beleuchtete Object in der Spitze eines Strahlenkegels zu liegen kommt, dessen Axe mit der Axe des Mikroskops zusammenfällt. Bei undurchsichtigen Objecten ist diese Gefahr weniger vorhanden. Man besorgt ihre Beleuchtung mit Hülfe einer Concentrationslinse.

Oben angeführte einfache Combination von Mikroskop und Camera hat noch den Vortheil, dafs das Fadenkreuz auf jeglichem Bilde sichtbar ist, dafs ferner eine etwaige Focusdifferenz des Mikroskops selbst weniger schadet (vorausgesetzt, dafs die Cameralinse frei davon ist).

Man kann jedoch auch, wenn es auf die Zeichnung des Fadenkreuzes nicht ankommt, mit dem Mikroskop allein operiren. Man schraubt die Linse der Camera ab, steckt die Mikroskopröhre durch das Loch in die Camera und sperrt alles Nebenlicht durch umgelegte Tücher ab (besser ist dazu eine Art Aermel, den man an der Camera festnagelt, über das Mikroskop zieht und festbindet). Dreht man jetzt leise an der Mikrometerschraube des Mikroskops, so dafs das Object sich von der Mikroskopröhre etwas entfernt, so erscheint plötzlich das Bild auf der matten Scheibe der Camera deutlich,

indem hier das vom Mikroskopobjectiv selbst entworfene Bild durch das Mikroskopocular vergröſsert wird. Die Aufnahme erfolgt wie gewöhnlich. Leider wirkt hierbei eine Focusdifferenz etwas störend. Je weiter die Camera ausgezogen ist, desto gröſser wird das Bild.

Eine etwaige Focusdifferenz der Linsen kann man leicht bestimmen.

Ich wendete dazu eine mikroskopische Photographie von Dancer an. Dieselbe bildet ein nadelkopfgroſses, zwischen dünnen Glasplatten eingeschlossenes Eiweiſspositiv, das unterm Mikroskope bei hundertfacher Vergröſserung als eine sehr scharfe und deutlich lesbare Schrift — die Grabschrift des Generals Dickson — in ungefähr folgender Anordnung erscheint:

(1) To the Memory of
(2) William Francis Dickson
(3) Major in her Majesty's 62th Regiment
(4) of foot and eldest Son of
(5) General Sir Jeremiah Dickson K. C. B.
(6) He died a soldiers death before Sebastopol
(7) June 8. 1855, having been killed early in
(8) the morning of that day, whylst gallantly
(9) holding the quarries against repeated
(10) attacks of the Russians, etc. etc.

Ich legte diese Photographie*) schief auf den Tisch des Mikroskops auf zwei Unterlagen von Holz, so daſs die Richtung der Zeilen horizontal blieb, die dazu senkrechte Linie aber mit der Horizontalebene einen Winkel von 30° bildete. Bei dieser Anordnung war die Entfernung der Zeilen von dem Linsencomplex des Mikroskops eine verschiedene und konnte deshalb nur auf eine derselben, höchstens zwei zu gleicher Zeit scharf eingestellt werden. Ich stellte nun mit der Linsencombination 1 + 2 + 3 des Schick'schen Mikroskops auf die Zeile 8 scharf ein und machte zwei Aufnahmen. Auf beiden erschien jedoch nicht Zeile 8, sondern Zeile 5 schwarz. Dadurch war die Focusdifferenz erwiesen. Um dieselbe zu messen und zu compensiren, benutzte ich die Mikrometerschraube, durch welche der Tisch des Schick'schen Mikroskops gehoben und gesenkt und so die feine Einstellung bewirkt wird.

Es geht aus dem angeführten Experimente hervor, daſs ich, wenn ich Zeile 8 scharf photographiren will, auf Zeile 5 scharf einstellen muſs. Habe ich demnach ursprünglich auf Zeile 8 scharf eingestellt, so muſs ich zu genanntem Zwecke die Mikrometerschraube so weit drehen, bis Zeile 5 scharf sichtbar wird. Ich maſs die hierzu nöthige Drehung und fand sie bei G. Rose's Mikroskop 50°, bei Dove's Mikroskop 35° für die Linsencombination 1 + 2 + 3.

Man kann diese Messung leicht ausführen, wenn man unter den Kopf der Mikrometerschraube einen durch Radien von 5 zu 5 Grad getheilten Papierkreis legt, so daſs sein Mittelpunkt in die Verlängerung der Schraubenaxe fällt, und auf den Kopf der Schraube einen feinen Strich als Marke feilt. Hält man das Auge senkrecht über den Schraubenkopf, so kann man mit hinreichender Genauigkeit die

*) Dieselbe ist bei Luhme & Co. in Berlin käuflich zu haben.

Veränderung der Stellung der Marke an dem getheilten Kreise ablesen.

Als ich die Focusdifferenz gemessen hatte, wurden zwei neue Aufnahmen gemacht, nachdem auf Zeile 8 scharf eingestellt und die Mikrometerschraube um den oben angegebenen Winkel gedreht worden war. Auf beiden Aufnahmen erschien jetzt Zeile 8 vollkommen scharf.

Eine andere Aufnahme, von der ganzen horizontal gelegten Schrift gemacht, gab nach dem Scharfeinstellen und Anbringen der bemerkten Correction ein vollkommen scharfes Bild der ganzen Schrift bei 25facher Vergröfserung.

Natürlich mufs man beim Mikroskop die Focusdifferenz bei jeder einzelnen Linsencombination bestimmen. Für schwache Vergröfserung ist dieselbe übrigens unbedeutend, so dafs sie mich bei 6facher Vergröfserung (Linse 1 bei Schick) nur wenig gestört hat.

Ich empfehle dieses einfache Verfahren zur Nachweisung und Messung der Focusdifferenz nicht nur allen mit dem Mikroskop Photographirenden, sondern auch den Fachphotographen bei Prüfung ihrer Portraitköpfe. Für den letzteren Zweck genügt eine auf ein Brettchen geklebte saubere Druckschrift, die in etwas geneigter Lage (circa 60 bis 70°) der Camera gegenübergestellt wird, so dafs das Bild derselben in natürlicher Gröfse erscheint. Man stellt dann, nachdem man sich überzeugt hat, dafs die Cassette richtig gearbeitet ist, auf eine der mittleren Zeilen scharf ein, photographirt, und prüft, welche der Zeilen im Bilde am schärfsten erscheint.

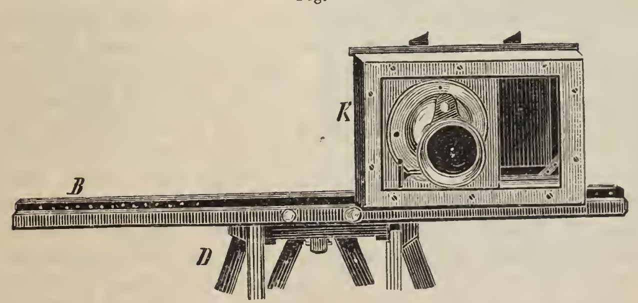
Stereoskopaufnahmen.

Man bedarf zur Aufnahme von Stereoskopenbildern zweier Ansichten desselben Gegenstandes, einer etwas mehr von der rechten, einer etwas mehr von der linken Seite.

Diese Aufnahmen (s. I. Theil, S. 99) kann man machen 1) am einfachsten mit einer gewöhnlichen Camera, die man auf einem Stativ mit breitem Brett aufstellt. Das Brett *B* (Fig. 100) steht senkrecht zur Verbindungslinie des Beschauers mit dem Gegenstande.

Man nimmt entweder eine Camera mit Schiebecassette, auf wel-

Fig. 100.



cher sich zwei Bilder nach einander machen lassen oder eine mit verschiebbarem Objectiv und innerer Theilung (*K*, Fig. 100), wie sie Hr. Busch in Rathenow führt, und stellt diese zuerst auf die rechte Seite des Brettchens gegen den Falz. Von hier aus nimmt man das rechte Bild auf der linken Seite der Platte (von hinten gesehen) auf. Dann

schiebt man die Camera auf die andere Seite von B und nimmt hier die linke Seite des Gegenstandes auf der rechten Seite der Platte auf. Damit hierbei die Camera genau dieselbe Entfernung vom Gegenstande behalte, mufs zunächst das Brett genau gestellt sein (s. o.), dann aber geht die Befestigungsschraube der Camera K durch in das Brett gebohrte Löcher oder einen Schlitz, so dafs die Stellung der Camera dadurch stets fixirt werden kann.

Die Länge des Brettes beträgt bei Gegenständen von 25 Fufs Entfernung circa 1 Fufs, bei näheren noch weniger, bei weiter entfernten nimmt man Längen bis 4 oder 5 Fufs und mehr. Nimmt man die Länge für nahe Gegenstände zu grofs, so erscheinen sie übermäfsig plastisch, sogar verzerrt; nimmmt man sie für ferne zu klein, so erscheinen sie zu flach.

Diese Art der Aufnahme ist für bewegliche Gegenstande (Menschen etc.) nicht anwendbar, da diese während der Aufnahme nur zu leicht sich verrücken und dann das zweite Bild, wenn auch scharf, nicht mehr zum ersten pafst, d. h. gewöhnliche stereoskopische Verzerrungen giebt. Auch bei Landschaften hat das Nacheinanderaufnehmen insofern Mifslichkeiten, als zwischen der ersten und zweiten Aufnahme zuweilen die Beleuchtung sich ändert.

Dennoch ist diese Methode namentlich für weite Gegenstände die beste, denn sie liefert allein diese plastisch.

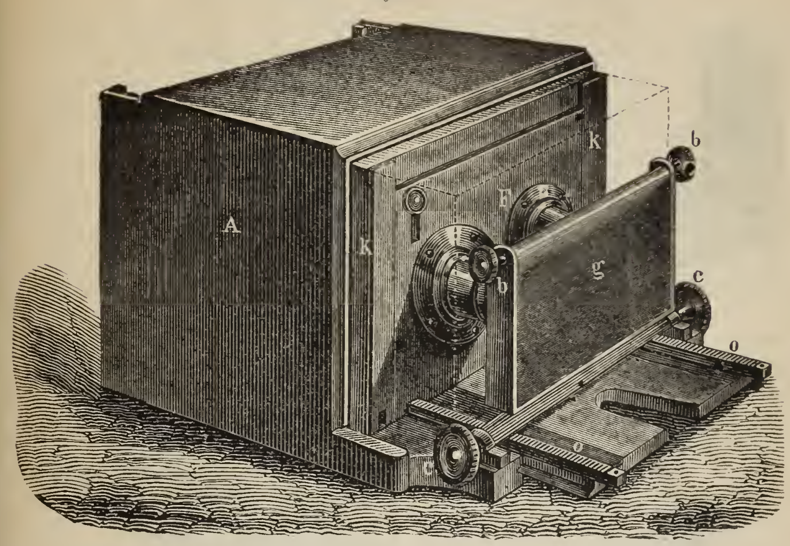
Ferner benutzt man zum Stereoskopenfach 2) die Aufnahme mit der doppelköpfigen Camera. Bei dieser werden beide Aufnahmen gleichzeitig gemacht, dadurch ist eine Veränderung des Gegenstandes (entweder in Beleuchtung oder in Stellung) möglichst unschädlich gemacht. Man erhält mit einer Belichtung sofort zwei Bilder. Da aber hierbei die Objective nur sehr wenig von einander entfernt werden können, so ist die Ansicht zwischen der rechten und linken Seite auch wenig verschieden, und daher erscheinen die Fernen unplastisch. Solche Cameras sind daher für nähere Gegenstände vorzuziehen. Bei fernen Gegenständen wendet man sie nur da an, wo eine Verrückung des Gegenstandes unvermeidlich ist, d. h. für Augenblicksbilder mit beweglicher Staffage.

Eine zweckmäfsige Doppelcamera ist die Dallmeyer'sche, die wir nachfolgend beschreiben wollen.

Dallmeyer's Stereoskopcamera besteht aus einem festen hinteren Theile A (Fig. 101) und einem darin verschiebbaren Kasten KK, welcher die Objectivwand F trägt. Das Einstellen geschieht nicht durch Bewegung des hintern Theils (wie bei den alten Dallmeyer'schen Apparaten), sondern durch Bewegung des Kastens KK mit den Objectiven mittelst der Zahnstangen OO und dem Triebe cc. Das Oeffnen und Schliefsen der Objective erfolgt durch einen sehr sanft gehenden Augenblicksschirm g, der, um die Axe bb drehbar, mittelst der Köpfe bb schnell aufgehoben und wieder gesenkt werden kann. (Natürlich hat man es ganz in seiner Gewalt, die Exposition auch länger andauern zu lassen.) Die ganze Vorrichtung sitzt nur lose auf den Objectiven und ist leicht abnehmbar. Ebenso leicht kann die Vorderwand F mit den Stereoskoplinsen herausgenommen und durch eine andere, mit einer einzigen Tripletlinse versehene, vertauscht werden. Keines der bei dieser Camera gebräuchlichen Objective hat Mikrometerschrauben zum Einstellen, ein Uebelstand, der bei der beschriebenen Anordnung nicht in Betracht kommt, wohl aber dann,

wenn man eins der Objective für sich in einem Apparate gebrauchen will, der diese Einstellungsvorrichtung nicht hat.

Fig. 101.



Der innere Raum der Camera ist mittelst eines biegsamen Schiebers x (Fig. 102), der in eine Rinne aa (Fig. 103) läuft und sich bei der Zusammenschiebung der Camera zusammenlegt, bei der Ausziehung

Fig. 102.

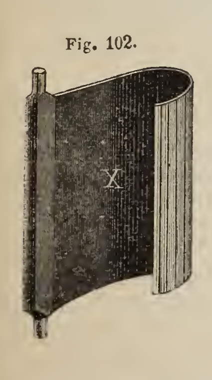
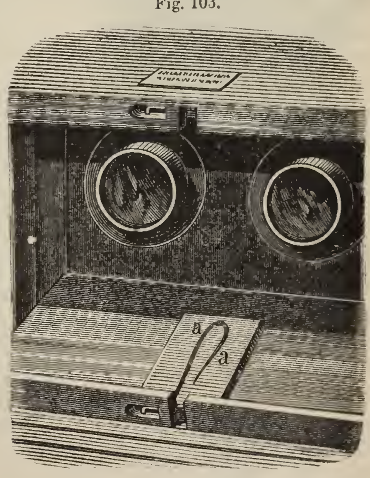


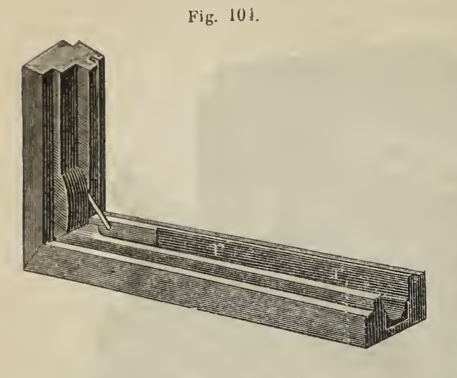
Fig. 103.



derselben ausdehnt, so daſs er stets die beiden Hälften der Camera vollständig trennt. Er läſst sich, falls man nur ein Objectiv anwenden will, leicht herausnehmen. Die Cassette faſst eine Platte von $7\frac{1}{4} \times 4\frac{1}{2}$ Zoll und enthält einen Rahmen, um auch kleinere Platten einlegen zu können. Die Platten ruhen auf Silberdraht, der in den vier Ecken

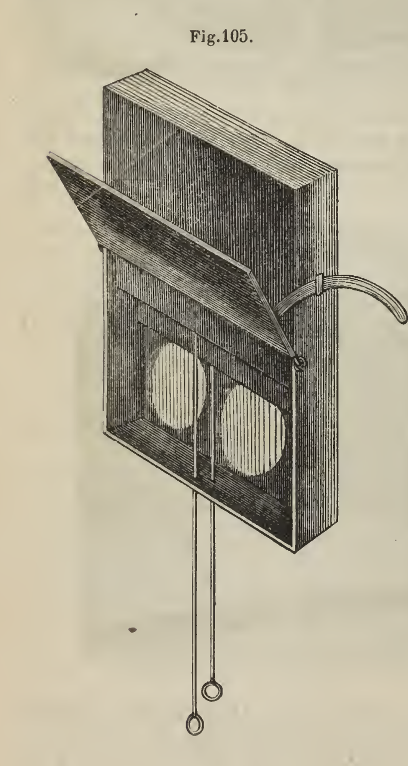
(s. Fig. 104, welche einen Theil der Cassette darstellt) der Cassette und des Einlegerahmens angebracht ist. Der untere Theil der Cassette bildet eine mit Wachs ausgefütterte Rinne *rr*, worin sich die von den Platten ablaufende Silberlösung ansammelt.

Fig. 104.



Die Linsen der bei dieser Camera angewendeten Doppelobjective haben $1\frac{1}{4}$ und $1\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung und $3\frac{1}{2}$ Zoll Focuslänge (von der Hinterlinse an gerechnet). Mit ihnen ist ein Satz Blenden verbunden, der so geordnet ist, dafs jede derselben eine doppelt so lange Expositionsdauer erfordert, als die nächst gröfsere; diejenige, welche mit x bezeichnet ist, ausgenommen. Man hat jedoch nur für sehr nahe Gegenstände eine Blende nöthig. Für entferntere kann man mit voller Oeffnung arbeiten.

Fig.105.



Die Anwendung des oben beschriebenen Schirmes (*g* Fig. 104) zur Aufnahme von Augenblicksbildern hat übrigens ihre Schwierigkeiten. Man hat sich sehr zu hüten, dafs bei seiner Bewegung weder Objective noch Platte nur im Geringsten erschüttert werden, wodurch leicht unscharfe Bilder entstehen. Die Aufnahme von Augenblicksbildern erfordert deshalb Ruhe und Geschicklichkeit.

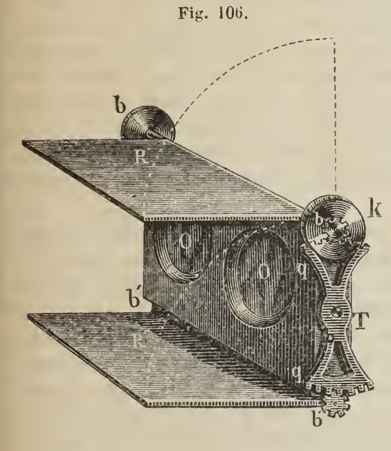
Dallmeyer liefert neuerdings noch einen andern, von Remelé*) warm empfohlenen Momentverschlufs. Derselbe besteht aus einem Holzkasten, der auf die Objective angesetzt wird, und in dem eine Rolljalousie an zwei Schnüren auf- und niedergezogen wird. Die Rolljalousie geht oben über eine Rolle. Vermittelst dieser Vorrichtung kann man durch geeignetes langsames oder rasches Ziehen die Platten verschieden exponiren; den Himmel und die ferne Landschaft ganz rasch, den nahen Vordergrund aber beliebig lange, ohne das Ziehen an der Schnur unterbrechen zu brauchen. Bei vielen Landschaftsauf-

*) Siehe dessen Handbuch der Landschaftsphotographie.

nahmen ist dies rasche Exponiren des Himmels und das längere des Vordergrundes von grofser Bedeutung, besonders bei solchen Ansichten, die eine ziemliche Ferne haben. Würde man hier mit den Deckeln exponiren, so müfste die Belichtung eine mittlere sein. Der mittlere Theil des Bildes würde richtig erscheinen, während der Himmel und die stets etwas duftige Ferne oft total verbrannt sind, und der ganz nahe Vordergrund, wenn er, wie meistens, aus Laubwerk besteht, noch kein hinreichendes Detail hat. Durch das kurze Belichten des Himmels kann man die schönsten natürlichen Wolken erhalten. Die Bilder, die man durch das beschriebene Exponiren erhält, sind von ganz prachtvoller Stimmung; manche Beleuchtungsfehler, die man auf vielen Landschaften erhält, lassen sich hierdurch vermeiden.

Rouch hat einen Augenblicksschirm construirt, der nicht wie der Dallmeyer'sche aus einer Klappe, sondern aus zweien besteht (Fig. 106). Diese Klappen drehen sich um die mit kleinen Zahnrädern q versehenen Axen $b\,b$ und $b'\,b'$. In diese Zahnräder greift ein Trieb T. Es ist einleuchtend, dafs, wenn der obere Schirm R' mit Hülfe des Kopfes K gedreht wird, der untere R'' sich mitdrehen mufs, und dafs beide sich in gleicher Richtung bewegen. Die in der Figur gezeichnete Stellung haben die Schirme bei längerer Expositionszeit. Sie halten in dieser Lage störendes Nebenlicht ab. Ist die Vorrichtung durch den Schirm R'' geschlossen, so stehen beide Schirme senkrecht oberhalb ihrer Axen; dreht man alsdann den Kopf K rückwärts, so senkt sich R'', die Objective $O\,O$ werden geöffnet, sogleich aber wieder durch den sich vorlegenden Schirm R' geschlossen.

Fig. 106.



Die vorzunehmenden Bewegungen sind bei diesem Apparate einfacher als bei Dallmeyer's Augenblicksschirm, deshalb ist derselbe sicherer zu handhaben. Dennoch gehört auch zum Operiren mit diesem Ruhe und Geschick.

Braun in Dornach besorgt das Oeffnen und Schliefsen der Linsen auf eigenthümliche Weise. Er schliefst beide mit einem locker angelegten schwarzen Tuche mit vorgehaltener flacher Hand, nimmt diesen Ballen rasch hinweg und deckt ihn eben so rasch wieder vor. Diese Bewegung mufs einexercirt werden.

Für Portraitaufnahmen wählt man Linsenentfernungen von $2\frac{1}{2}$ Zoll (Augenentfernung). Für Landschaften wünscht man gern gröfsere Abstände der beiden Objective. Englische Mechaniker haben daher die beiden Objective an horizontal verschiebbare Brettchen gesetzt, so dafs sie ein wenig genähert oder entfernt werden können. Natürlich ist für solche Fälle der Klappverschlufs nicht immer anwendbar.

Zu den Stereoskopaufnahmen werden die verschiedensten Linsen verwendet:

1) Portraitlinsen, wenn es hauptsächlich auf Schnelligkeit der Wirkung ankommt (unruhige Gegenstände, Portraits, Momentaufnahmen);

2) Triplets, Aplanate, correcte Weitwinkellinsen, wenn man gröfseres Gesichtsfeld und richtige Zeichnung verlangt. Senkrechte Stellung der Camera ist hierbei Bedingung. Das Objectiv mufs eine Vorrichtung zum Höher- und Niedrigerstellen haben, damit man das Bild auf der Scheibe danach verrücken kann. Beim Höherstellen wird der Himmel, beim Niedrigstellen der Boden im Bilde gröfser.

3) Landschaftslinsen, wenn es auf etwas Verzeichnung nicht ankommt.

Die Operationsmethoden sind von den gewöhnlichen in keiner Weise verschieden. Man wählt Platten, die etwas gröfser sind als die Bilder nachher bleiben sollen. Man vermeidet dann leichter Einflüsse des Randschmutzes. Man beachte: die in Doppelcameras aufgenommenen Platten zeigen, von der Glasseite in aufrechter Stellung gesehen, die rechte Seite links, die linke Seite rechts. Man mufs sie daher auseinanderschneiden und die Stellung wechseln. Thut man dieses sogleich mit den Platten, so hat man es mit den fertigen Drucken nicht nöthig. Sind jedoch die Bilder weiter von einander entfernt, als sie nachher im Stereoskop bleiben sollen ($2\frac{1}{2}$ Zoll), d. h. sind die Platten entsprechend gröfser, so pflegt man letztere ganz zu lassen und lieber die Drucke getrennt aufzukleben.

Für Platten, die nicht gröfser sind als das Stereoskopbild selbst, giebt es noch eine eigenthümliche Copirmethode, die das Auseinanderschneiden zusammengehöriger Drucke unnöthig macht: man legt die Enden eines sensibilisirten Papierstreifens, der doppelt so lang als die Platte ist, zusammen, die gesilberte Seite nach aufsen, so dafs ein geschlossener Kreis entsteht. Diesen kneift man zusammen, so dafs die zusammenstofsenden Enden in der Mitte zu liegen kommen. Man copirt dann das Bild zunächst auf die eine (ungetrennte) Seite des Streifens, dann dreht man ihn um und copirt auf die andere Seite. Nachher schneidet man den Streifen mitten durch und hat so zwei Bilder in richtiger Stellung. Schwierig ist es hierbei, die Copirgrade bei beiden egal zu treffen.

Ueberhaupt ist die Ungleichheit der Lichtstärke (begründet in der Ungleichheit der Farbe des Glases) zweier Linsen einer Doppelcamera ein grofser Mangel, man erhält dann Bilder von ungleicher Intensität und ist in solchem Falle genöthigt, die eine Linse abzublenden, bis sie mit der andern übereinstimmt.

Ueber Augenblicksbilder.

Es gab eine Zeit, wo die Momentbilder das Tagesgespräch waren und zu den wunderbarsten Illusionen Veranlassung gaben. So äufserte der Abgeordnete Faucher im preufsischen Abgeordnetenhause am 1. Juli 1869:

„Wir haben jetzt Momentbilder. Durch dieses Verfahren können die Portraits gestohlen werden, und man wird sich vielleicht dagegen verwahren müssen durch die aufserordentlichsten Vorsichtsmafsregeln. Vielleicht wird man zuletzt eine Maske anlegen müssen.“

Diese Gerüchte verdankten wohl ihre Entstehung den schönen Stereoskopenbildern von Braun und Ferrier mit wandelnden Menschen, fahrenden Wagen, Pferden etc. Publikum wie Photographen glaubten auf Grund dieser Bilder die Anfertigung von Momentportraits im Atelier für möglich halten zu müssen. Es traten sogar in den Zeitungen hier und da „Momentphotographen" auf, und oft genug hörten wir in jener Zeit den Ausruf: „Ja, wenn ich dessen Collodion hätte!" Als wenn es das Collodion allein thäte!

Wir betonten schon früher ausdrücklich, dafs die Anfertigung von Momentbildern nur unter besonders günstigen Umständen möglich sei, als: 1) gutes Collodion, 2) helles Licht, 3) lichtstarke Apparate, 4) ein frisches, reines Silberbad, 5) ein kräftiger Entwickler (s. Jahrgang II, S. 32 der Phot. Mittheilungen).

Aber heut noch wird von Momentportraits gesprochen. „Es mufs also etwas daran sein", antworten uns Viele. Hier fällt uns eine Episode aus dem Photographischen Verein ein, wo Hr. Ahrends fragte: „Was nennen Sie einen photographischen Moment?" Die Antwort lautete: „Drei Secunden!"

Nun hat man allerdings in noch viel kürzerer Zeit Momentportraits aufgenommen — sie sind aber auch danach.

Bei einem guten Portrait verlangt man Modellation. Diese erreicht man nur durch geschickte Direction des Lichts, welches man nicht von allen Seiten einströmen läfst, sondern hier und da abschliefst. Dadurch wird aber die Lichtstärke vermindert, also der Bedingung 2 (s. o.) nicht genügt.

Man verlangt aber auch Klarheit in den Schatten, diese ist nur durch längere Exposition zu erreichen.

Demnach beschränken sich die eigentlichen Momentaufnahmen (unter Moment $\frac{1}{10}$ Secunde höchstens verstanden) auf die Anfertigung von Landschaften mit Staffage bei sonnigem Wetter. Und für diesen Zweck empfehlen wir

1) als Collodion irgend eines der im Handel vorkommenden Collodien einer wohlrenommirten Firma, oder falls der Photograph es sich selbst bereiten will, das Recept S. 254;*)
2) als Apparat ein lichtstarkes Doppelobjectiv von kurzer Brennweite mit Augenblicksverschlufs;
3) Silberbad 1:10 frisch mit krystallisirtem Silber und $\frac{1}{4}$ pCt. des festen Salzes an Jodkalium;
4) Entwickler nach Remelé (s. Jahrgang II. der Photograph. Mittheil., S. 153 sub *b*) 5 Eisen, $1\frac{1}{2}$ Eisessig, 100 Wasser; (Alkohol ist nicht immer nöthig.)

Manche „Momentcollodien" des Handels geben mit diesem Entwickler Schleier. Man setzt dann etwas mehr Säure hinzu.

5) Verstärkung und Fixage wie gewöhnlich.

Dieselben Bedingungen müssen eingehalten werden, wenn es gilt, Portraits mit möglichst kurzer Expositionszeit im Atelier aufzunehmen.

---

*) Sind die folgenden Bedingungen erfüllt, so ist auch ein weniger empfindliches Collodion brauchbar. Das Collodion von Braun in Dornach ist durchaus nicht sonderlich empfindlich, wie wir selbst an einer Probe fanden, die wir von Braun erhielten.

Wer Augenblicksaufnahmen machen will, dem empfehlen wir, sich so aufzustellen, dafs die Mehrzahl der beweglichen Gegenstände auf den Apparat loskommen resp. sich von ihm entfernen. Es ist in diesem Falle die Ortsveränderung die scheinbar kleinste, z. B. bei Strafsenaufnahmen sehe man längs in die Strafse hinein, marschirende Soldaten nehme man in der Marschrichtung auf etc.

Zeltarbeiten und photographische Excursionen.

Bei den bisher beschriebenen Arbeiten ist die Existenz eines photographischen Laboratoriums, in welchem man die Platten präparirt und entwickelt, vorausgesetzt. Nun kommen aber Aufgaben genug vor, in denen ein solches Laboratorium nicht als vorhanden angenommen wird, Aufnahmen, weit entfernt von der Werkstatt des Photographen. Hier mufs erst ein Dunkelraum beschafft werden, ehe der Photograph sein Werk beginnen kann. Zur Noth kann als Dunkelraum jeglicher verschlossener Raum dienen, der sich mit leichter Mühe lichtdicht machen läfst. Braun in Dornach scheut sich nicht, auf seinen Reisen Kellerräume, Ställe, Schuppen als Dunkelkammer zu benutzen. Es kommt hierbei darauf an, inwieweit man hier unbehelligt von Staub und Gestank arbeiten kann. Da sich solcher Raum nicht immer improvisiren läfst, so thut der wandernde Photograph gut, selbst seine Dunkelkammer mit sich zu führen. Als solche transportable Dunkelkammer dient ihm ein zeltartiger Raum, der vor allem lichtdicht ist, aber solide, rasch aufzurichten und hinreichend bequem sein mufs. Als eines der brauchbarsten Dunkelzelte empfehlen wir das von Rough in London (s. Fig. 107). Dasselbe besteht zusammengeklappt aus einem rechteckigen Kasten, der in beistehender Figur unten als simple Kiste sichtbar ist. Aufgeklappt bildet der Deckel den horizotalen Zeltboden, der Kasten das Gehäuse. An letzteres ist die aus doppeltem (gelben und schwarzen) Zeuge genähte Zeltleinwand festgenagelt, zwei Eisenstangen werden schief nach oben eingesteckt, und die Zeltleinwand darüber gezogen; sie hängt dann als offner Sack herunter, in den der Beobachter hineinkriecht. Das Ganze ruht auf einen festen Dreifufs. Die Badcuvette wird in einen schwarzen Sack gesteckt, der vorn herunterhängt. Als Fenster dient ein viereckiges Loch mit doppeltem Wachstaffet überspannt. Am besten wird dieses als Schiebefenster eingerichtet, um leicht geöffnet werden zu können. Obenauf steht ein Wasserkasten, der mit dem Innern durch einen mit Hahn versehenen Kautschuckschlauch communicirt. Die Seitenleinwand des Zeltes trägt am besten Taschen, um verschiedene Kleinigkeiten (Cassetten, Silberhaken) darin bergen zu können. Der Boden wird durch eine zusammenlegbare Kautschuckschale gebildet, die einen Abflufs nach aufsen hat. Man pflanzt das

Zelt an einen windgeschützten und schattigen Ort auf, sonst wird es unerträglich heifs. In heifsen Gegenden empfiehlt sich öfteres Besprengen der Zeltleinwand und des Silberbadsacks mit Wasser; ein einfaches und treffliches Mittel, beides kühl zu erhalten.

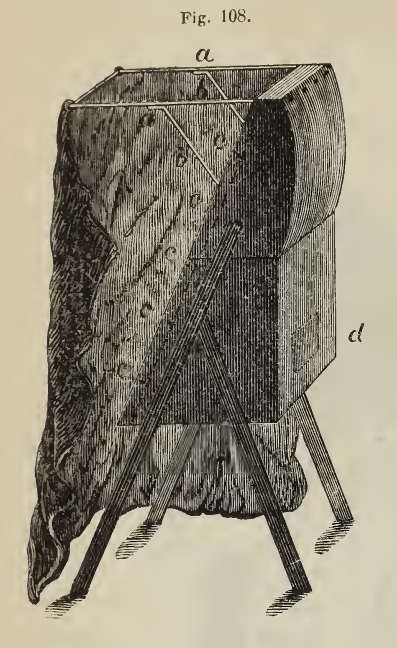
Fig. 107.



Eine ähnliche Zelteinrichtung, die sehr solide ist, beschreibt Ph. Remelé in seinem vortrefflichen Handbuche der Landschaftsphotographie: Dasselbe ist von L. Herzog in Bremen construirt worden. Das Wesentlichste des ganzen Zeltes ist die zum Transporte der Apparate und Chemicalien erforderliche Kiste. Dieselbe wird aufgeklappt und vier Beine von starkem Holz angesetzt. Oben wird ein zusammenklappbarer Eisenstab *a* in angebrachte Hülsen eingeschoben und durch die Stäbe *b b* befestigt. Ueber diese Stäbe wird ein Zelttuch geworfen und mit Haken an den an der Kiste angebrachten Oesen *c c c*... oben, unten und an beiden Seiten befestigt. Das Zelttuch mufs an den Rändern doppelt sein, um im Innern der Kiste ebenfalls in gleicher Weise angehakt werden zu können. Das Zelttuch hat am unteren Theile eine Oeffnung, der Operateur kriecht hinein und bindet sich dasselbe um den Leib lichtdicht fest. Bei *b* ist in der Kiste eine verschliefsbare Thür, hier ist durch gelben Wachstaffet ein Fenster angebracht. Das Zelttuch macht man am besten aus

sogenanntem Gummizeug, die Haken werden mit Gummibändern daran befestigt. Oben bringt man in dem Tuche ein gelbes Fenster aus Wachstaffet an.

Fig. 108.



Dieses Zelt steht fabelhaft fest, bietet vielen Arbeitsraum dar und hat schliefslich noch das Gute, dafs sich darin arbeiten läfst, ohne einen Tropfen Silber oder andere Flüssigkeiten auf den Boden fallen zu lassen.

Aufser dem Zelte mufs man natürlich auf Ausflügen alle übrigen zum Operiren nöthigen Gegenstände mit sich nehmen. Wir bedienen uns zum Transport eines Korbes mit Deckel, der innen mehrere viereckige Fächer enthält, in diesen lassen sich bequem alle Requisiten verpacken und sind sie an der elastischen Korbwand viel weniger leicht dem Zerbrechen ausgesetzt als in einer Holzkiste. Vierkantige Flaschen sind für diese Zwecke runden vorzuziehen. Das Verpacken der Gläser erfordert Zwischenstopfen von weichem Material (am besten Lappen oder Papier; Werg und Heu stauben zu sehr).

Folgende Gegenstände mufs man auf einem photographischen Ausfluge mit sich führen:

a) Für kleine Ausflüge.*)

1) Zelt.
2) Camera.
3) Dreifufsstativ für dieselbe.
4) Verbindungsschraube zu 3 u. 2.
5) Cassetten mit Einlagen.
6) Objective mit Brettchen.
7) Visirloupe.
8) Plattenkasten.
9) Geputzte Platten.
10) Abstäuber.
11) Silberhaken.
12) Zwei schwarze Tücher (Kopftücher).
13) Wasserkanne mit Spülwasser.
14) Silberbadcuvette oder Schale.
15) Spritlampe.
16) Photogenleuchtlampe.
17) Negativsilberbad.
18) Entwickler.
19) Verstärkungssilber.
20) Alkoholische Pyrogalluslösung.
21) Destillirtes Wasser.

*) Dieses Verzeichnifs kann zugleich dem Amateur bei Einrichtung seines Ateliers als Leitfaden dienen.

22) Cyankalium.
23) Ein paar leere Flaschen und Korke.
24) Lack für Negative.
25) Eine Mensur.
26) Zwei Trichter.
27) Einige Entwicklungsgläschen.
28) Spiritus.
29) Fliefspapier.
30) Schreibpapier (zum Badabschäumen).
31) Streichhölzer.
32) Scheere und Messer.
33) Etwas Bindfaden und einige Stecknadeln.
34) Ein Fläschchen Salpetersäure (zum Ansäuern des Silberbades).
35) Ein Fläschchen Quecksilberchlorid zum Fleckenreinigen der Kleider.*)
36) Handtücher.

b) Für längere Ausflüge

bedarf man der meisten oben angeführten Stücke in duplo, um sie im Verlustfalle ersetzen zu können, aufserdem:

1) Waage mit Hornschale.
2) Gewichte.
3) Silbernitrat.
4) Eisenvitriol oder schwefelsaures Eisenammon.
5) Eisessig.
6) Pyrogallussäure.
7) Citronensäure.
8) Rohcollodion.
9) Jodirung.
10) Jodirungssalze.
11) Alkohol und Aether.
12) Salpetersäure.
13) Putzlappen.
14) Putzrahmen.
15) Handwerkszeug (Schrauben, Schraubenzieher, Diamant zum Glasschneiden etc.
16) Uebermangansaures Kali zur Restaurirung der Silberbäder. (S. 285.)

Die Quantität der Sachen wird nach der Dauer des Ausfluges bemessen. Für Ausflüge empfiehlt es sich dringend, die gemischten Chemicalien alle zu Hause durchzuprobiren und erst dann einzupacken, wenn man ihres guten Arbeitens gewifs ist.

Collationiren aller oben angeführten Gegenstände vor dem Ausfluge ist dringend nöthig. Nicht selten kommen gedankenlose Leute mit ihrem Gepäck an den Ort ihrer Bestimmung und müssen unverrichteter Sache umkehren, weil sie eine simple Schraube (No. 4) oder eine Silberschale oder Cassetten vergessen haben.

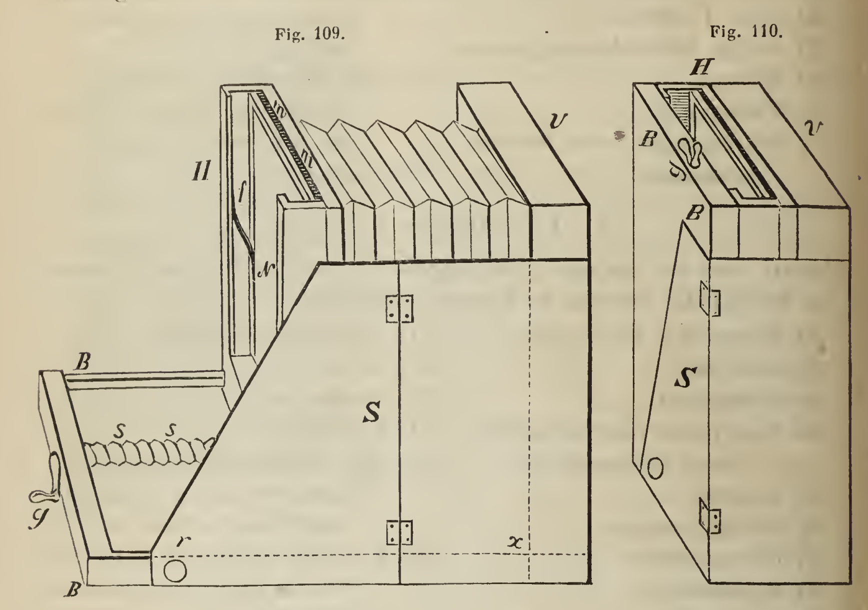
Dafs das Arbeiten bei Ausflügen, wo man unter erschwerenden Umständen operiren mufs, viel mehr Umsicht erfordert als das im Atelier, ist selbstverständlich. Die Schwierigkeiten wachsen hier oft ins Unüberwindliche, durch Staub, Hitze, Mangel an brauchbarem Wasser, Wind, Kälte, schlechtes Wetter. Diese stellen die Geduld des Photographen oft auf die härteste Probe.

*) Das Quecksilbersublimat ist zu diesem Zwecke vorzüglich, da es die Farben nicht zerstört.

Sehr wichtig ist noch ein Punkt: compendiöse, leicht zusammenlegbare, aber doch solide Apparate. Wir beschreiben hier einige.

Meagher's Reisecamera. Diese zuerst von einem renommirten englischen Kunsttischler construirte Camera*) (Fig. 109 und 110)

Fig. 109. Fig. 110.



besteht aus einem festen Vorderstück v, welches mit Falzen zum Einschieben der Objectivbrettchen versehen ist, und einem beweglichen Hinterstück HH, zum Einsetzen der matten Scheibe und Cassette. Die Bewegung des Hinterstücks behufs der scharfen Einstellung geschieht durch Kurbel g mit Schraube ohne Ende ss. Das Camerabrett, welches das Ganze trägt, ist getheilt, das hintere Stück desselben BB hängt bei x mit dem vorderen durch Charniere zusammen. Eine aufklappende Strebe S mit Schraube r giebt dem Ganzen Halt. Für den Transport wird der Balg zusammengeschraubt, so dafs H und v sich berühren; die Schraube bei r gelöst, BB aufgeklappt, ebenso S. Das Zusammenlegen und Aufschlagen dieser Camera geht aufserordentlich rasch. Eigenthümlich ist die Einrichtung bei H. Die Visirscheibe N wird nämlich weder aufgeklappt noch herausgenommen, sondern die Cassette in den Ritz mm hineingezwängt, die bewegliche, nur durch Federn f gehaltene Visirscheibe weicht alsdann nach hinten zurück, und springt, wenn die Cassette herausgezogen wird, von selbst wieder in ihre alte Lage.

*) Dieselbe und ähnliche Constructionen führen Hr. E. Busch in Rathenow und Hr. A. Moll in Wien.

Die Camera läfst sich für Focuslängen von 4—12 Zoll benutzen, hat eine bewegliche Theilung in der Mitte zur Fertigung von Stereoskopbildern und diente ein Exemplar der ägyptischen Expedition mit bestem Erfolge. Der einzige Uebelstand ist der Mangel an Festigkeit des Stückes *S*, welches bei starker Trockenheit berstet. Zu dieser Camera gehört aufser einer gewöhnlichen noch eine für Trockenplatten bestimmte Doppelcassette. Die Einrichtung derselben geht aus Fig. 111 hinreichend deutlich hervor.

Fig. 111.

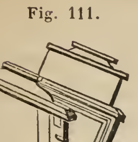
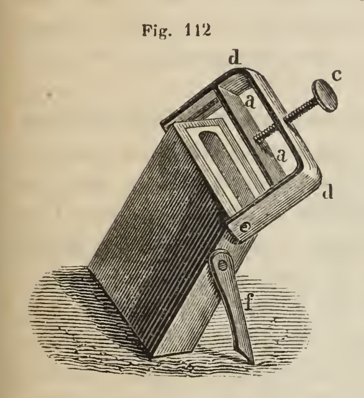


Fig. 112



Reisecuvette (Fig. 112). Diese in allen Handlungen photographischer Artikel zu habende Vorrichtung besteht aus einer gewöhnlichen in eine Holzpackung eingesenkten Glascuvette, die durch einen aufzuschraubenden mit Kautschuck belegten Holzdeckel verschliefsbar ist. Für kurze Ausflüge ist diese Vorrichtung praktisch. Bei längerem Transporte wirkt jedoch die Kautschuckmasse nachtheilig auf die Silberlösung.

Die Operationsmethoden weichen von den früher beschriebenen nicht ab. Wir bedienen uns der Haltbarkeit wegen auf Reisen des Aequivalentcollodions (S.254), des schwefelsauren Eisenammons (zum Entwickeln und Verstärken) und zum Fixiren der rascheren Wirkung und leichteren Auswaschung wegen des Cyankaliums. Der nach dem Waschen der fixirten Platte ablaufende und mit der Zunge aufgefangene letzte Tropfen verräth durch seinen bittern Geschmack sofort etwaiges ungenügendes Waschen.

Angewandte Photographie.

In dem bisherigen Theil unseres Buches haben wir ausführlich die Operationen zur Herstellung eines negativen und positiven Bildes mit Hülfe des Lichtes im Allgemeinen erörtert, ohne Rücksicht auf die Natur des aufzunehmenden Gegenstandes.

Wer die beschriebenen Methoden genau nach Vorschrift verfolgt, wird für alle Fälle, er mag aufnehmen, was er will, ein Bild erhalten, selten aber ein vollkommenes. Selbst dem Anfänger wird es bald klar, dafs die Natur des Gegenstandes einen sehr grofsen Einflufs auf das Gelingen ausübt und dafs man darauf wesentlich Rücksicht nehmen mufs, wenn das Resultat ein befriedigendes sein soll.

Man versuche einmal mit der für ein Portrait genügenden Expositionszeit ein Oelgemälde oder einen Kupferstich zu machen, oder aber umgekehrt die für solche Reproductionen oft nöthige intensive Verstärkung für ein Portraitnegativ anzuwenden, oder man nehme einmal in einer für ein Portrait passenden Beleuchtung eine grofse Zeichnung auf und man wird sich über das Resultat entsetzen.

Die Natur und die Reihenfolge der Operationen bleibt im Allgemeinen überall dieselbe und doch mufs jede derselben: Aufstellung, Beleuchtung, Objectivwahl, Scharfeinstellung, Expositionszeit, Entwicklung, Verstärkung, nach der Natur des aufzunehmenden Gegenstandes etwas modificirt werden, falls das Resultat ein befriedigendes sein soll.

Es ist ein Irrthum zu glauben, dafs die Photographie immer wahr zeichne. Nichts kann unter Umständen unwahrer sein, als eine Photographie, wenn sie unter für den Gegenstand nicht passenden Verhältnissen gemacht ist (s. u. Aesthetik).

Wir müssen deshalb über die Anwendung der photographischen Operationen auf die Objecte verschiedener Natur noch ausführlicher uns verbreiten.

Hier nun ist das Feld unabsehbar: Sonne, Mond und Sterne, Thiere, Pflanzen, Mineralien, Kunst- und Naturproducte, der Mikrokosmus und der Makrokosmus, alles gehört in das Bereich der Photographie. Man wird es uns nachsehen, wenn wir unter dieser Vielheit von Gegenständen eine Auswahl treffen. Die Abhandlung aller

übersteigt die Schranken eines Compendiums. Wir wählen hier diejenigen Gegenstände heraus, deren bildliche Wiedergabe vorzugsweise dem praktischen Photographen zur Aufgabe gestellt wird: Zeichnungen, Gemälde, Modelle, Maschinen, Architekturen, Landschaften und Portraits.

Wir nehmen die Besprechung der mehr mechanischen Arbeiten der Reproductionsphotographie und der Photographie technischer Gegenstände zuerst vor und reserviren die Betrachtung der Portrait- und Landschaftsphotographie, welche mehr künstlerischer Natur sind, für den dritten Theil unseres Werkes.

I. Reproductionsphotographie.

(Aufnahme von Zeichnungen, Kupfern, Oelgemälden etc. etc.)

1) Vorbereitung des Originals.

Man sorge für eine möglichst saubere Vorlage. Von einer mit schmutzigen Fingern begriffenen Zeichnung wird man auch nur ein schmutziges Negativ erhalten. Bleistiftstriche in Tuschzeichnungen, ungleiche Farbe der Tusche stören ebenfalls. Die Photographie giebt alles wieder, auch die Nebensachen, und letztere oft in unangenehmem Grade. Zeichnungen, Kupfer satinirt man vorher, um das Papierkorn möglichst hinwegzuschaffen. Bilder unter Glas rahme man lieber aus, das Glas giebt leicht störende Reflexe.

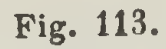
Welche Schwierigkeiten manche Originale von vergilbten Drucken, fleckigen Zeichnungen etc. etc. machen, ist bekannt. Zur Ueberwindung derselben wendet man die Originalretouche an. Hr. Scamoni, Photograph in der kaiserlichen Staatsdruckerei in St. Petersburg, schreibt darüber: Jedes gelbliche oder sonstwie störende Fleckchen auf dem Original decke ich in den Zwischenräumen der Linien in der Zeichnung vorsichtig mit Kremserweifs und verstärke, wo es angeht, die Kernschatten, in welchen die Farbe allzu grisselig erscheint. Ist das Papier faltig und nicht glatt aufspannbar, so presse ich es in einen Rahmen mit fester Rückwand dicht gegen eine Spiegelscheibe, durch welche man bei richtiger Aufstellung des Rahmens im ruhigen Lichte ganz gut photographiren kann. Für absolut ebene Aufspannung mufs stets Sorge getragen werden, sonst entsteht unfehlbar Verzeichnung.

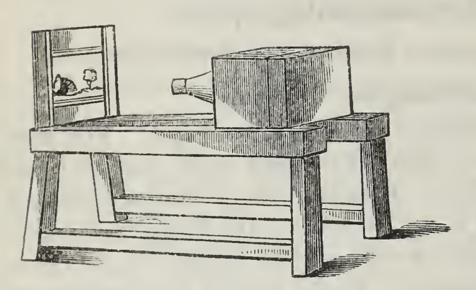
2) Aufstellung.

Die Aufnahme einer Zeichnung ist namentlich in optischer Hinsicht die einfachste Aufgabe, die einem Künstler gestellt werden kann. Grofse Arrangements sind hier nicht nöthig. Vollkommen ebene Aufspannung des Blattes auf dem Reifsbrett, parallele Auf-

stellung der matten Scheibe des Apparats und der Zeichnung sind ein Hauptererfordernifs desselben. Ist diese nicht vorhanden, so sind Verzeichnungen die Folge. Die an sich parallelen Linien laufen nach oben oder nach der Seite zusammen, falls der Apparat statt genau senkrecht mit seiner Axe auf die Zeichnung gerichtet zu sein, etwas nach oben oder nach der Seite sieht.

Um parallele Aufstellung zu erzielen, haben gröfsere Reproductionsateliers Vorrichtungen, um Reifsbrett mit der Zeichnung in unveränderlicher paralleler Lage sich gegen einander verschieben zu lassen. Ein solcher Apparat (Fig. 113) besteht aus einem starken Gestell, das der Länge gemäfs auf vier oder mehr Beinen ruht. An dem einen Ende davon wird das Reifsbrett fest angebracht, und zwar im rechten Winkel zu den metallenen Rinnen, die in den Seiten des Gestelles befestigt sind und in welchen die Vorrichtung, die die Camera trägt, sich mittelst metallener Ausläufer bewegt. Wenn nöthig, kann das eine Ende offen gelassen werden, um den Operateur heranzulassen, wenn er einstellt, und zwar dadurch, dafs die Seiten des Gestelles an den Stellen zwischen dem Platz, den die Camera gewöhnlich einnimmt, und dem Brette durch eiserne Klammern zusammengehalten, ebenso die Beine nahe am Boden mit einander in Verbindung gebracht werden. Bei dem Copirtisch im Atelier der Königl. Gewerbe-Akademie wird das Reifsbrett mit Hülfe von Schnüren, die über eine unterhalb der Camera befindliche Rolle laufen, genähert und entfernt.


Fig. 113.



Das Reifsbrett soll in Quadratzolle eingetheilt sein, was, verbunden mit den Vierecken und Linien, die auf der matten Scheibe ebenfalls in Zollen markirt sind, eine grofse Hülfe ist, um zu bestimmen, ob das Bild vollkommen viereckig und von richtiger Gestalt ist und zugleich ein Mittel gewährt, um das Gröfsenverhältnifs ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$) zu beurtheilen. Sehr praktisch ist es ferner, diesen Apparat an der Seite mit einer Zolltheilung zu versehen, nach welcher man die Entfernung zwischen Objectiv, matter Scheibe und Zeichnung schon im Voraus regeln kann. Man markirt sich dann die für ein bestimmtes Objectiv nöthigen Stellungen, um halbe, ganze, doppelte etc. Naturgröfse zu erzielen, und erspart sich dadurch das oft wiederholte zeitraubende Einstellen.

Die Dimensionen dieser Gestelle richten sich nach den Anforde-

rungen. Man beachte, dafs man für Lebensgröfse-Zeichnung die matte Tafel um die doppelte Brennweite vom Objectiv entfernen mufs. Kleinere Gestelle der Art setzt man auf Rollen, sie lassen sich dann bequem im Atelier herumfahren.

Wenn Reproductionen nur ausnahmsweise gefertigt werden, hilft man sich mit einfacheren Vorrichtungen.

Man nimmt dann das Stativ (S. 243) als Basis der Zeichnung und stellt dem gegenüber den Apparat auf gewöhnlichem Stativ (S. 244) auf. Man sucht zunächst die Entfernung beider ungefähr zu fixiren nach Mafsgabe der Verkleinerung, dann stellt man Apparat und Zeichenbrett möglichst genau senkrecht, indem man die senkrechten Kantenlinien mit senkrechten Architekturtheilen abvisirt, z. B. mit einer Mauerecke; nachher sorgt man auch für Parallelstellung beider durch Abvisiren der Horizontalkanten (von Zeichenbrett und Apparat) mit den Dielritzen. Beides erfordert einige Geduld, führt jedoch besser zum Ziel als Wasserwaagen.

Anders verfährt man zuweilen bei Oelgemälden. Diese hängt man, um die fatalen Reflexe zu vermeiden, schief nach vorn geneigt auf, gerade so wie sie in Gallerieen zu hängen pflegen.

3) Beleuchtung.

Bei Aufnahmen von Zeichnungen ist die Beleuchtung allereinfachster Natur. Man braucht nichts weiter als ein gleichmäfsiges Licht über die ganze Fläche. Ein solches findet nur statt, wenn der Lichtwinkel für jeden Punkt der Zeichnung annähernd derselbe ist. Wer die Principien der Beleuchtung (S. 226) sorglich beachtet hat, wird sich hierüber leicht ein Urtheil bilden können. Man arbeitet am bequemsten in einem Vorderlicht, was über den Apparat hinweg auf die Zeichnung fällt. Man sorgt dafür, dafs die Camera nicht Schatten auf das Blatt wirft.

Nicht selten ist das Papier rauh. Jede einzelne Faser oder jedes Loch wirft alsdann Schatten. Man satinire (wenn es geht) vorher das Blatt oder aber vernichte den Schatten durch Reflexe, indem man einen weifsen Papierbogen vor das Blatt legt.

Noch störender als Rauhigkeiten ist Glanz, wie bei lackirten Bildern, namentlich Oelgemälden und Photographieen. Man bringt die Staffelei mit den Bildern an einen Ort des Ateliers, wo dieser störende Reflex nicht erscheint. Auf- und Zuziehen von Gardinen hilft hierbei wesentlich. Um ganz sicher zu sehen, dafs derselbe nicht stört, bringt man den Kopf mit dem prüfenden Auge vor das Objectiv des Apparats. Hier bemerkt man erst genau die Wirkung der Beleuchtung. Oelgemälde hängt man schief auf und

richtet die Axe des Apparats senkrecht auf ihre Fläche nach oben. Aufnahme in directem Sonnenlichte ist für Oelgemälde, namentlich stark nachgedunkelte, unter Umständen von Vortheil. Die Beleuchtung ist hier so zu wählen, dafs neben dem Glanz auch noch das Schattenwerfen dicker Farbenlagen vermieden wird.

4) Objective.

In der Praxis werden alle Sorten Objective für Reproductionen verwendet. Bei Aufnahme von Kunstsachen, Kupfern, Oelbildern stört eine geringe Verzeichnung, wie sie Portrait- oder Landschaftslinsen zeigen, nicht, namentlich wenn nur der mittlere Theil ihres Gesichtsfeldes zur Anwendung kommt.

Für mathematisch genaue Bilder verlangt man aber absolut correct zeichnende Objective und dazu empfehlen wir das Triplet- und Aplanatobjectiv (s. S. 190). Lichtstärkere (Portrait-) Linsen würden nur für dunkel wirkende Oelbilder nöthig sein, um die Expositionszeit abzukürzen. Lichtschwache, wie das Pantoskop (welches auch correct zeichnet), sind nur bei sehr hellem Lichte bequem anzuwenden.

Man stellt erst mit vollem Objectiv auf die Mitte ein (Steinheil) oder auf die Hälfte zwischen Mitte und Bildrand (Dallmeyer), dann blendet man ab. Bei Linearzeichnungen nimmt man die Blende so klein, dafs die Schärfe bis zum Rande geht. Bei Oelbildern kann man gröfsere Blenden verwenden, um Lichtstärke zu gewinnen.

5) Schutz des Objectivs vor fremdem Licht.

Dieser ist bei Zeichnungen, wo es darauf ankommt, die Linien klar zu erhalten, dringend nöthig. Man bringt vor das Objectiv einen innen schwarzen Kasten an und setzt vor denselben eine Pappe oder einen Schirm, in dem ein Loch ausgeschnitten ist, welches dem Objectiv gerade nur die Aussicht auf die Zeichnung gestattet, alles Uebrige aber abdeckt. Ein über das Objectiv gestülptes, an der Camera befestigtes weites Rohr von Pappe, in dem sich ein zweites engeres Rohr fernrohrartig verschiebt, ist zu diesem Zwecke ebenfalls brauchbar. Landschaftslinsen bedürfen dieses Objectivschutzes nicht so dringend als Portraitlinsen, Aplanats und Triplets.

Man verwende nicht das ganze Gesichtsfeld der Linse, sonst ist man einer merklichen Abnahme der Lichtstärke nach dem Rande hin ausgesetzt.

6) Expositionszeit.

Die richtige Expositionszeit ist bei Reproductionen sehr schwer zu bestimmen. Man unterscheidet:

Schwarze Linearzeichnungen ohne Halbtöne (auch Kupferstiche) und Halbtonbilder. Exponirt man erstere zu kurz, so erhält man ein ganz blasses, langsam herauskommendes Bild. Es sind alle Striche durchsichtig darin zu sehen, aber es erfordert eine sehr lange Verstärkung, bei der nur zu leicht die Schicht mürbe wird und reifst. Exponirt man zu lange, so üben auch schliefslich die schwarzen Striche eine Lichtwirkung, und sie erscheinen nach der Entwicklung matt und verschleiert und liefern beim Druck ein graues Bild statt eines schwarzen. Im Allgemeinen ist bei Linearzeichnungen Ueberexposition nachtheiliger als Unterexpositon (umgekehrt wie bei Landschaften und Portraits).

Zeichnungen mit Halbtönen erfordern, um Details in den tiefen Schatten zu erhalten, längere Exposition als Strichzeichnungen. Zeichnungen mit Halbton und Strich machen daher die meisten Schwierigkeiten. Exponirt man auf den Halbton aus, so bekommt man zum Theil verschleierte Striche; exponirt man kürzer, so bekommt man schwarze Striche, aber harten Halbton und Detailmangel in den Schatten. Man wählt von beiden Uebeln das kleinste. Zeichner, die für Photographie arbeiten, mögen sich daran gewöhnen, in tiefen schwarzen Strichen auf weifs Papier zu zeichnen. Graue Striche machen die meiste Noth, z. B. der glänzende Bleistiftstrich. Auch die Kupferdrucke machen Schwierigkeiten, sie sind meist nur mittelschwarz und leicht bekommt man Reproductionen, die schwärzer oder flauer als das Original erscheinen.

Oelgemälde richtig zu photographiren hielt man früher für unmöglich. Die Farben machen allerdings grofse Schwierigkeiten. Eine chromgelbe Sonne wird stets eine schwarze Scheibe werden, trotz noch so langer Exposition, und ein Ultramarinhimmel stets ein weifser Klecks, abgesehen von anderen Tönen, für die unsere Farbentafel lehrreiche Beispiele enthält. Am wiederspenstigsten ist Braun, daher braune Photographieen schlecht zu reproduciren sind. Glücklicher Weise wirkt das von der Farbenoberfläche reflectirte Nebenlicht noch etwas mit, im Allgemeinen aber wird man bei Oelbildern eine viel längere Exposition nöthig haben, als bei allen andern Bildern, wenn man Details in den Schatten und unwirksamen Tönen erzielen will.

Man prüfe jedes Bild nach der Entwicklung auf das Sorglichste. Zeigt es ungenügende Schattendetails, so wiederholt man die Arbeit mit längerer Exposition. Manchmal erzielt man auch dabei keinen Erfolg, namentlich bei Farben wie Umbra, Dunkelgrün. Hier bleibt dann weiter nichts übrig, als das Feh-

lende durch Negativretouche zu ergänzen. Ein Gleiches mufs auch oft in den hellen Lichtern (Himmel, Wolken) erfolgen, die vielleicht im Negativ sichtbar sind, aber zu wenig gegen den Grund contrastiren. Man verstärkt alsdann dieselben durch Nachtuschen.

In Bezug auf die Technik der Negativretouche verweisen wir auf das vortreffliche Werk von Grafshoff: Ueber Retouche der Photographieen. Zweite Auflage 1869.

7) Operationsmethoden, Formeln.

Man arbeitet mit den oben gegebenen Recepten. Für Halbtonbilder und Oelgemälde starker Entwickler, für Bilder in Strichmanier schwacher Entwickler (s. S. 256).

Für lange Expositionen bedarf man besonderer Vorsichtsmafsregeln. Gar zu leicht entstehen dabei einerseits Marmorflecke durch Hängenbleiben einzelner Badtropfen an der abstofsend wirkenden Collodionschicht. Collodionsorten, von denen das Silberbad trotz längeren Eintauchens wie von Fett abläuft, sind für lange Expositionen nicht brauchbar. Es giebt andererseits Moosflecke, durch Einsickern von Schmutztheilchen aus dem Cassettenholz, die sich in der ablaufenden Badflüssigkeit lösen und von dem schwammigen Collodion absorbirt werden; endlich Trockenflecke, durch wirkliches Eintrocknen der Silberlösung auf der Platte, wobei das Jodsilber von dem concentrirteren Bade aufgelöst wird.

Um nasse Platten für lange Expositionen zu bewahren, empfiehlt Carey Lea im „Philadelphia Photographer“ folgende Methoden:

„1) Man vermeidet die Marmorflecke, welche namentlich in der Mitte der Platte entstehen, am besten dadurch, dafs man die Platte so rasch wie möglich nach dem Collodiongiefsen ins Silberbad bringt.

2) Die Flecke, welche trotz dieser Vorsichtsmafsregel bei langen Expositionen an den Rändern und namentlich an den unteren Ecken auftreten, vermeidet man

a) durch den Gebrauch zweier Bäder, eines alten behufs der Sensibilisation, eines neuen behufs des Eintauchens der sensibilisirten Platte nach dem Herausnehmen aus dem ersten Bade;

b) durch das Einlegen einer dicken streifenförmigen Löschpapierlage, die man der Länge nach umknifft, so dafs der eine Theil ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll, der andere 1 Zoll breit ist; den $\frac{1}{8}$ Zoll breiten Theil schiebt man unter die Platte, wenn sie in der Cassette liegt, so dafs die Platte auf der dicken, schmalen Papierlage steht. Der breite Theil des Papiers liegt dann auf der Rückseite.

Reinhaltung der Cassette selbstverständlich. In dieser Weise kann man Expositionen von einer halben Stunde und mehr ohne Gefahr anwenden.

Deckung der Rückseite der Platte mit nassem Löschpapier und Anwendung eines möglichst schwammigen und bromreichen Collodions dürften hier ebenfalls als empfehlenswerthe Mittel in Erinnerung gebracht werden.

Jabez Hughes empfiehlt neben den letztgenannten Mitteln die Anwendung gewaschener nasser Platten. Man taucht die Platten nach dem Sensibilisiren in eine grofse Schale mit sehr reinem destillirtem Wasser, bewegt sie hierin drei Minuten, läfst abtropfen und benutzt sie so. Vor dem Entwickeln werden sie in das Silberbad zurückgebracht und in demselben mindestens eine Minute bewegt.

Bei der Entwicklung ist das schnelle oder langsame Erscheinen ein Kriterium, ob das Bild über- oder richtig exponirt ist. Die Verstärkung ist namentlich bei Strichzeichnungen ein Punkt von bedeutender Wichtigkeit. Die Platte mufs so intensiv werden, dafs sie das Licht beim Copiren schwer hindurchläfst, sonst bekommt man eine Reproduction mit grauem, statt mit weifsem Grund.

Sehr dicke undurchsichtige Drucke verlangen Photolithographen, Photozincographen u. dgl. Für diese empfiehlt Waterhouse folgende Verstärkungsmethode: „Nachdem die Pyrogallussäurelösung vollständig abgewaschen ist, wird die Platte in eine gesättigte Lösung von Quecksilbersublimat getaucht und bleibt darin, bis sie ganz weifs ist; sobald glänzende Linien erscheinen, sollte die Operation nicht über einen dunkelgrauen Ton fortgeführt werden. Die Platte wird darauf gut gewaschen und man giefst eine verdünnte Lösung von Schwefelammonium darüber, welche die Farbe in ein in's Rothbräunliche spielendes Schwarz verändert. Nachdem die Platte gut abgewaschen und getrocknet ist, wird sie auf die gewöhnliche Weise lackirt.

„In Folge meiner Versuche in Indien fand ich, dafs, wenn man Citronensäure im Verstärker angewendet hatte, die Haut grofser Neigung, Risse zu bilden, unterworfen war, sobald man sie in das Bad von Quecksilbersublimat eintauchte. Ich suchte daher ein Mittel, das Quecksilbersublimat zu ersetzen, das aus mehreren Gründen unangenehm ist. Ich wendete dazu folgende durch Mr. Carey Lea empfohlene Lösung an:

Kaltgesättigte Lösung von doppeltchromsaurem Kali	3 Fluid-Drachmen,
Salzsäure	1 Drachme,
Wasser	6 Unzen.

Diese Lösung wird auf die Platte gegossen, nachdem sie mit Pyrogallussäure verstärkt worden ist; die Farbe der Haut verändert sich schnell in ein prächtiges Limonengelb und die Linien scheinen sich etwas zu klären. Nachdem es weggewaschen ist, wird Schwefelammonium-Lösung angewendet und diese verändert die Farbe in ein dichtes Chocoladenbraun.

Der einzige Punkt, der Aufmerksamkeit bedarf, ist das Waschen der Platte nach jeder einzelnen Operation; denn unterläfst man dies zu thun, so verschwimmen die Linien, bedecken sich mit Niederschlag und das Negativ ist unbrauchbar.

8) Das Drucken.

Vollkommene Negative drucken sich leicht und ohne Finessen. Man copirt etwas über, so dafs der Grund leise angelaufen ist, beim Tonen werden dann die Bilder weifs. Negative, in denen manche Theile zu dick, andere zu dünn sind, werden mit Masken copirt. Man läfst erst die dünnen Theile durchcopiren; sind diese fertig, so deckt man sie (auf dem Rahmen) mit passend zugeschnittener Pappe, die man mit Nägeln festmacht, die übrigen Theile läfst man dann weiter copiren. Den Ton der Bilder halte man mehr schwärzlich (durch Anwendung eines alkalischen oder Chlorkalkbades, s. S. 296).

9) Die Kritik des Resultats.

Die Beurtheilung des Resultats, der strenge und sachkundige Vergleich des fertigen Bildes mit dem Original, ist bei Zeichnungen und Kupferstichen nicht sehr schwierig, da Original und Copie monochrom ist. Schwerer ist dieser Punkt bei Oelgemälden. Hier soll die Wirkung der Farbe durch blofse Abstufungen zwischen Hell und Dunkel wiedergegeben werden. Hier ist von vornherein zu beachten, dafs die Photographie die kalten Farben (blau) zu hell, die warmen (gelb, roth) zu dunkel wiedergiebt. Dieser Gegensatz mufs ausgeglichen werden, wenn das Bild wahr werden soll. Man mufs sich hier gleichsam das farbige Original analysiren, von der Farbe abstrahiren und beachten, was darin hell, halbdunkel und ganz dunkel erscheint, was hervorgehoben werden mufs und was nicht.

Besitzt die Photographie keine richtige Abstufung zwischen Licht und Schatten, treten die Figuren nicht auseinander, fehlt, mit einem Worte gesagt, die Haltung, so ist das Bild nichts werth.

Wer Kunstwerke richtig photographiren will, mufs Kunstkenner sein oder sich einem solchen unterordnen.

Es existiren Hunderte von Oelreproductionen im Handel, welche da Helligkeit zeigen, wo das Original dunkel ist, und umgekehrt, oder wo die einzelnen Figuren, die in Folge des Farbenunterschiedes beim Original vortrefflich auseinandertreten, in der Copie zusammen-

schwimmen, oder wo tiefe Dunkelheit herrscht in Flächen, die im Oelbilde die feinsten Details zeigen. Auf alle diese Punkte mufs geachtet werden; nur mit sorglichster Kritik ist ein Resultat zu erzielen. Alte nachgedunkelte Oelgemälde, in welchen auch das Auge nichts mehr erkennt, machen natürlich viel mehr Schwierigkeiten als neue.

Die Reproductionsphotographie ist ein Verfahren, welches an der Grenze steht zwischen der rein mechanischen und künstlerischen Thätigkeit des Photographen. Insofern gehört sie theilweise, soweit sie auf künstlerischen Grundsätzen basirt, in das Capitel über photographische Aesthetik; praktische Rücksichten veranlassen uns jedoch, sie hier im rein technischen Theile unseres Buches abzuhandeln.

II. Aufnahme von Modellen, Ornamenten, Statuen, Kunstgeräthen, Maschinen etc. etc.

1) Vorbereitung der Objecte und Aufstellung.

Es ist schwer, für das bunte Allerlei von Gegenständen, welche unter dieses Capitel rangiren, allgemeine Regeln zu geben, da solche sich doch für jeden speciellen Fall modificiren, demnach wollen wir hier wenigstens die Principien entwickeln, die man bei solchen Aufnahmen nicht ungestraft verletzen darf. Hier gelten die Regeln wie in S. 375. Man entferne alles, was nicht zur Sache gehört, und scheue kein Mittel, den Gegenstand so elegant als möglich so machen, ehe man an die Aufnahme geht.

Die Objecte, welche unter dieses Capitel gehören, sind entweder leicht transportabel (atelierfähig) oder nicht. Letztere müssen am Standorte aufgenommen werden, oft mit allen sie umgebenden Zufälligkeiten (Landschaftshintergrund, umstehende Gaffer etc.), oft in einer unpassenden, ja unmöglichen Beleuchtung, wie in dunklen Räumen etc. etc.

Atelierfähige Objecte arrangirt man am besten vor einem monotonen Hintergrunde (s. S. 240). Man bedarf für denselben je nach der Natur des Gegenstandes verschiedene Nüancen. Regel ist: Der Gegenstand mufs sich deutlich vom Hintergrunde abheben. Beide dürfen nicht gleich hell oder gleich dunkel sein. Zu beachten ist hierbei, dafs der Hintergrund um so dunkler wird, je weiter er vom Object entfernt ist. Man hat es dadurch sogar in seiner Gewalt, ganz schwarze Fonds zu erzeugen, obgleich der Originalhintergrund vielleicht nur grau erscheint. Einen zu dunklen Hintergrund kann man durch passende Beleuchtung aufhellen. Als Basis wähle man einen dunklen Tisch oder

ein solches Postament. Alle Nebensachen entferne man. Senkrechte Stellung ist meist selbstverständlich. Wichtig ist die Wahl des Standpunkts der Camera. Sie mufs da stehen, wo ein sachkundiger Beobachter, d. h. einer, der nicht mit Photographie, sondern mit dem Gegenstande vertraut ist, sich aufstellen würde, um einen ganzen vollen Anblick des Werkes zu erhalten. Sie mufs der Sehrichtung eines solchen Beobachters entsprechen. Wenn demnach der Photograph seinen Standpunkt richtig wählen will, so mufs er den Gegenstand kennen. Was hilft das brillanteste Bild einer Maschine, wenn die Hauptsache darin durch Nebensachen verdeckt ist? Oft kommt es hier auf ein Stirnrad, eine Schraube an. Ebenso ist es bei Kunstgegenständen. Hier mufs der Photograph selbst sich erst in seinen Gegenstand einzulernen suchen, er mufs das Modell verstehen, gerade wie ein Schauspieler erst seine Rolle lernen und sich mit dem darzustellenden Charakter vertraut machen mufs, ehe er an die Aufführung desselben gehen kann. Wer demnach plastische Figuren aufnehmen will, mufs Kenner der Plastik sein, Kunsturtheil besitzen, sonst können leicht die gröbsten Verstöfse begangen werden. Dasselbe gilt für Aufnahme technischer Gegenstände, wie Oefen, Reliefs, Maschinen, Werkzeuge. Wer bei mangelnder Sachkenntnifs zur Aufnahme solcher Gegenstände schreiten will, der lasse sich wenigstens von Sachkundigen belehren. Er frage bei Aufnahme plastischer Kunstwerke den Kunstkenner oder Bildhauer, bei Aufnahme von Industriegegenständen den sachkundigen Techniker um Rath, welche Theile wesentlich, welche unwesentlich sind; das müssen auch die Kupferstecher thun, welche Maschinenzeichnungen stechen.

Man hat oft den Nutzen technischer photographischer Aufnahmen gering geschätzt, aus welchem Grunde? Weil sie von unverständigen Photographen gemacht worden sind. Nicht die Photographie, sondern ihren Jünger trifft die Schuld. Nun gestattet uns der Raum nicht, hier ein vollständiges Lehrbuch der Plastik zu schreiben für den, der Statuen, ein Lehrbuch des Maschinenfaches für den, der Maschinen aufnehmen will, oder ein Lehrbuch der Architektur für die Aufnahme von Gebäuden. Glücklicher Weise ist unsere Literatur nicht arm an solchen Werken und es ist Sache eines Jeden, sich durch Selbststudium die nöthigen Kenntnisse anzueignen*). Diese Specialkenntnisse sind es eben, welche dazu geführt haben, dafs es jetzt besondere Portrait-, Architektur-, Landschafts- und Maschinenphotographen giebt. Der technische Procefs ist bei allen diesen so ziemlich derselbe, aber das Können jedes Einzelnen in seinem Fache rührt von

*) Wir empfehlen 1) Geschichte der Architektur von Wilhelm Lübke, Stuttgart bei Ebner & Seubert (auch in einer billigeren und kürzeren Ausgabe vorhanden). 2) Geschichte der Plastik von Wilhelm Lübke, Leipzig bei Seemann.

der Sachkenntnifs her, die er sich in Beurtheilung eines Portraits, einer Landschaft, einer Maschine erworben hat. Daher ist es gar nicht selten, dafs ein sehr geschickter Portraitist ein schlechtes Bild einer Landschaft liefert, ein sehr tüchtiger Reproductionsphotograph kein ordentliches Portrait zu Stande bringt etc.

Hat man die richtige Beobachtungsseite gefunden, so ist die Entfernung noch ein Punkt von Wichtigkeit. Steht man zu nahe, so erhält man mit der besten Linse leicht perspectivische Uebertreibungen, die nahen Theile erscheinen zu grofs gegen die entfernteren. Geht man zu weit zurück, so wird das Relief leicht zu flach. In ersteren Fehler verfällt der Photograph aus Mangel an Distanz viel leichter als in letzteren und bleibt ihm hierbei (beim Arbeiten in engen Räumen) oft nichts weiter übrig, als sich ins Unvermeidliche zu ergeben. Senkrechte Stellung der Camera wird in den meisten Fällen geboten sein, namentlich bei Aufnahme technischer Gegenstände (Modelle etc.). Unter Umständen mufs jedoch eine geneigte Stellung gewählt werden. Man denke sich eine Statue auf hohem Postament, die man nur mit gehobenem Auge zu sehen gewöhnt ist, und die in Folge dessen auch vom Künstler mit Rücksicht auf diese Sehrichtung construirt ist. Man würde sehr fehlerhaft operiren, wenn man das Modell einer solchen Statue im Atelier in gleicher Höhe mit dem Apparat aufstellen wollte. Im Gegentheil, man stellt sie höher und richtet den Apparat schief nach oben; dann entspricht man den natürlichen Bedingungen, für welche der Künstler die Statue construirt hat. Es giebt Kunstwerke, wie der Georgskopf von Kifs, die zu ebener Erde betrachtet, ganz unansehnlich werden und erst beim Aufblick einen erhabenen Eindruck machen.

Gegen diese Principien wird oft gesündigt. Portraitphotographen, gewöhnt ihre Camera auf lebende Modelle schief nach unten zu richten, wenden oft genug dieselbe Stellung des Apparates für alle anderen Objecte an. Hier machen wir den Photographen auf dasjenige aufmerksam, was wir unter dem Titel Perspective erörtern werden.

2) Beleuchtung und Exposition.

Ebenso wichtig als die Standpunktwahl ist die Wahl der Beleuchtung. Artistische Gegenstände erfordern analoge Rücksichten wie Portraits (siehe unten Aesthetik); technische sollen in allen Theilen deutlich erscheinen, man vermeide hier dunkle Schatten, die Einzelheiten völlig unsichtbar machen können. Ein gleichmäfsig einströmendes Licht eines hohen Ateliers ist für solche vorzuziehen. An Ort und Stelle aufzunehmende Objecte lassen sich freilich nicht in passende Beleuchtung bringen. Man mufs diese abwarten und oft durch künstliche Mittel (Spiegel-, Magnesiumlicht) nachhelfen. Man wirft mit Hülfe eines Spiegels Sonnenlicht auf den Gegenstand

(am besten in der Camerarichtung) und läfst durch leises Bewegen des Spiegels die Lichtstrahlen während der Exposition über den ganzen Gegenstand hin und her gehen. Bei sehr versteckten Objecten mufs oft das vom ersten Spiegel gesendete Licht von einem zweiten aufgefangen werden. Natürlich geht bei solcher Spiegelung Licht verloren. Expositionszeit für solche Spiegelbeleuchtung im Juli für Steinheilobjectiv dritte gröfste Blende, einfache Spiegelung circa 6 Minuten; zweifache Spiegelung 9—12 Minuten für schwarze Objecte.

Die nachfolgenden Principien der Beleuchtung und Perspective sind mafsgebend für alle Aufnahmen. Nun sind die hier speciell von uns ins Auge gefafsten leblosen Gegenstände aufserordentlich verschiedener Natur: oft rein artistischer, wie Gypsmodelle, Marmorfiguren; oft rein technischer Natur, wie Maschinenmodelle. Manche schwarz von Farbe (Eisengufs), manche hell (Gyps).

Wie himmelweit verschieden die Behandlung solcher Körper ist, ist klar. Eine weifse Figur erfordert einen dunklen Hintergrund, eine schwarze (Eisen, Bronze) einen hellen, erstere eine kurze, letztere eine lange Expositionszeit. Treten Glanzlichter hinzu (Metallsachen), so stören diese oft in sehr empfindlicher Weise und nöthigen zu einer Aenderung des Lichteinfalls oder zum Einstauben mit grauer Kreide. Noch fataler wirken Farben. Oft mufs bei Modellen Rothgufs und Bronce markirt werden, beide wirken in der Photographie fast gleich. Hier mufs Negativretouche nachhelfen, um Theile zu trennen, die im Bilde zusammenfliefsen.

Für Aufnahme von Gebäuden im Freien ist ein Lichteinfall unter 45° von vorn der vortheilhafteste. Man exponire hier so lange, bis alle Schattendetails sichtbar sind. Ueber die Tagesstunde siehe S. 141.

3) Linsen.

Bei der Wahl der Linsen beachte man vor allem Freiheit von Verzeichnung. Für lichtarme Objecte wird man mit Portraitlinsen, für solche, welche correct gezeichnet sein sollen (Maschinen), Triplets oder Aplanats nehmen, bei grofsem Winkel und kleiner Distanz Pantoskope. Wir wiederholen: Bekanntschaft mit dem Objecte selbst ist nothwendig, um hier die richtige Wahl des Apparats zu treffen. Dasselbe gilt für die Abblendung.

Sehr vortheilhaft ist es, über Maschinen nach der Längen-, Breiten- und Höhenrichtung schwarz und weifs markirte Mafsstäbe zu legen. Diese photographire man mit, denn sie erlauben bei Kenntnifs der Perspective leicht die Entnahme von Dimensionen aus der Photographie.

Der Negativ- und Positivprocefs geht nach den früher gegebenen Regeln vor sich. Man bediene sich jedoch nicht eines schwachen, sondern eines starken Entwicklers (s. o.).

Die Kunst der Photographie

oder

die photographische Aesthetik.

Die photographischen Bilder, welche man mit Hülfe der ausführlich beschriebenen Verfahren erhält, haben sehr verschiedene Zwecke. Sie sind entweder rein wissenschaftlicher oder technischer Natur: z. B. Mikroskop-, Maschinen- und Gebäudeaufnahmen; sie haben dann den Zweck zu belehren oder den der wirklichen praktischen Anwendung zur Entnahme von Mafsen, Richtungen (Karten), Dirigirung von Bauten, oder aber sie sind artistischer Natur, sie haben keinen andern Zweck als den, zu gefallen. Hierher gehören unter den Naturaufnahmen die Portrait- und Landschaftsbilder.

Es ist eine völlig müfsige Frage, ob Photographie eine Kunst sei oder nicht.

Die Erfahrung hat gezeigt, dafs die schärfste, fleckenloseste und überhaupt technisch vollendetste Photographie eines Portraits oder einer Landschaft einerseits gänzlich unwahr erscheinen, andererseits vollkommen mifsfallen kann, wenn nicht in derselben die Gesetze des Schönen beachtet sind, welche den Grund des Gefallens an Werken der bildenden Künste, Plastik, Malerei, bilden. Dafs diese Gesetze des Schönen nicht in ihrer Allgemeinheit in der Photographie, die mehr wie jede andere Kunst „verhaftet an den Körpern“ klebt, anwendbar sind, ist klar.

Der Photograph kann keinem idealen Gedankenfluge folgen, nicht die Gebilde einer schaffenden Phantasie in Marmor oder in Farben hinzaubern, seine Aufgabe ist: Wiedergabe der Natur. Man verlangt von ihm höchstens eine schöne Wirklichkeit, Wahrheit in gefälliger Form.

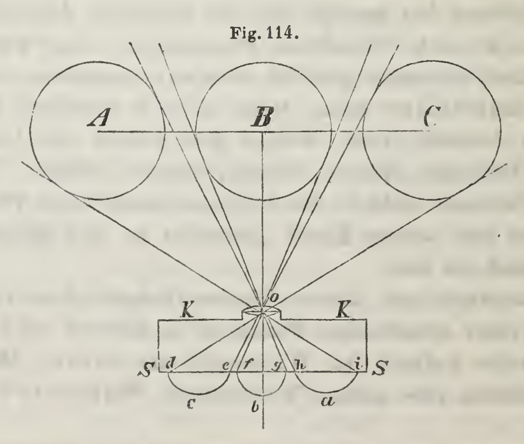
Sehen wir zu, inwieweit die Photographie die Wahrheit liefert.

Photographie und Wahrheit.

Man hört so häufig von Bewunderern der Photographie betonen, dafs diese junge Kunst die reine Wahrheit wiedergebe, unter Wahrheit die Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit verstanden. Die Photographie kann in der That, *richtig angewendet, wahrere Bilder liefern als alle andern Künste*, aber absolut wahr ist sie nicht. Und eben weil sie es nicht ist, ist es von Wichtigkeit, die Quellen der Unwahrheit in der Photographie kennen zu lernen. Deren sind aber viele. Ich spreche hier zunächst von den *optischen* Fehlern. Ein Bild mit einer *verzeichnenden Linse* aufgenommen, in dem also gerade Linien am Rande *krumm* erscheinen, ist offenbar nicht wahr. Die Unwahrheit mag von Vielen nicht empfunden werden, vorhanden ist sie aber. Nun wird man sagen, dafs dieser Fehler bei correct zeichnenden Linsen wegfällt: wahr, sehr wahr, aber man sehe sich einmal die mit correct zeichnenden Linsen von niedrigen Standpunkten aufgenommenen Gebäude an. Die Linien, die senkrecht stehen sollen, convergiren nach oben. Ist das Wahrheit? Man wird einwerfen, das rührt von dem *schiefen Stand* der Camera her. Sehr richtig. Jetzt nehme man mit einer Kugellinse oder einer anderen Linse von grofsem Gesichtsfeld eine Strafse auf. Wie vertieft sich da die Perspective! Wie riesengrofs erscheinen die *nahen*, wie klein dagegen die ferneren Gegenstände! Häuser in dreihundert Schritt Entfernung sehen aus, als ständen sie eine halbe Meile weit. Ist das Wahrheit? Und doch zeichnet die Linse richtig, und doch steht die Camera horizontal und die Perspective ist mathematisch so genau, wie sie ein Zeichner nicht besser machen könnte. Wo steckt aber der Fehler? In dem zu grofsen Gesichtswinkel.

Dieser ist nun leider oft nicht zu vermeiden und er übt sonder-

Fig. 114.



barer Weise nicht nur auf gerade Linien, sondern auch auf krumme einen starken Einfluſs. Man denke sich eine Reihe Kanonenkugeln; diese werden uns stets als Kugeln erscheinen und der Maler wird sie stets als Kreis zeichnen. Jetzt nehme man dieselben mit einer Weitwinkellinse auf, so daſs sie an den Rand des Bildes fallen — sie erscheinen nicht mehr kreisförmig, sondern elliptisch. Diese Erscheinung ist mathematisch leicht erklärbar. Jede Kugel A, B, C, (Fig. 114) sendet einen Strahlenkegel auf das optische Centrum der Linse o, dieser schneidet die Bildfläche, wenn seine Axe schief darauf fällt, in einer Ellipse. (Siehe das Capitel der Perspective.)

Ein Photograph brachte mir das mit einer Kugellinse aufgenommene Bild eines Schlosses, vor dem eine Reihe Statuen standen. Sonderbarer Weise wurden die Köpfe derselben nach dem Bildrande hin immer breiter und breiter, ebenso die Bäuche, und der schlanke Appollo von Belvédère, der unglückseligerweise gerade am äuſsersten Rande des Bildes stand, hatte ein so pausbäckiges Gesicht und solchen Schmerbauch, daſs er aussah wie Dr. Luther. Ist das Wahrheit? — Doch das sind nicht die einzigen Quellen der Unwahrheit, es giebt noch zahlreiche andere.

Wir publiciren weiter hinten in diesem Buche vier Köpfe, von Loescher & Petsch aufgenommen in Vorder-, Ober-, Seiten- und schiefem Licht. Auf dem ersten Bilde sieht der Mann dumm und verschlafen aus, auf dem zweiten grimmig und bissig, auf dem dritten pfiffig. Welches von den drei genannten Bildern ist nun wahr? „Gar keines.“ Am wahrsten, d. h. am ähnlichsten, erscheint No. 4, wo der Mann in einer combinirten Beleuchtung aufgenommen worden ist. Da sieht man den Einfluſs der richtigen Beleuchtung auf die Wahrheit des Bildes. Dieses gilt aber nicht nur für Portraits, sondern auch für Landschaften. Man rühmte mir oft die Aussicht vom Rochusberg in Bayern. Ich war mehrmals dort und fand die Aussicht schauderhaft und sie wurde ebenso in der Photographie. Endlich kam ich wieder einmal hin, aber durch Zufall nicht Morgens, sondern Abends, und da war die Aussicht entzückend schön. — Aber ganz abgesehen von der richtigen Direction des Lichtes als Bedingung der Wahrheit, ist ein Umstand, der die Wahrheit der Darstellung in Photographieen sehr beeinfluſst, die Photographie giebt nämlich im Allgemeinen die hellen Lichter zu hell, die dunklen Schatten zu schwarz. Das ist ein Grundfehler, der im Wesen derselben liegt und dessen Umgehung oft groſse Schwierigkeiten macht. Am deutlichsten offenbart er sich bei Aufnahme eines von greller Sonne beleuchteten Gegenstandes, z. B. einer Statue. Exponirt man kurz, so erhält man ein detaillirtes Bild der Lichtseite, aber die Schattenseite ist ein schwarzer Klecks. Exponirt man lange, so bekommt man Schattendetails, aber die Lichter sind überexponirt

und so dick gedeckt, dafs in diesen die Details fehlen. Ist das Wahrheit? Daher sind wir zu solchen Umwegen genöthigt, wie wir sie leider in unsern Ateliers nehmen müssen. Wir müssen, wenn wir ein richtiges Bild erzielen wollen, die Beleuchtungscontraste mildern. Wir halten die Lichter tiefer, die Schatten aber viel heller als die Maler zu thun pflegen. Letztere schreien oft Zeter, wenn sie die photographische Beleuchtung an einem Modell sehen, und wundern sich, wenn das Bild dennoch ein richtiges wird. Bei Landschafts- und Architekturaufnahmen geht das freilich nicht so gut. Ich photographirte einmal ein Laboratorium. Es stellte einen gewölbten Saal dar. Alles ganz trefflich. Man sah die Tische, die Oefen, die Retorten, die Lampen etc., nur das Gewölbe sah man nicht, es war zu dunkel. Ich machte neue Aufnahmen mit 20, 30, 40 Minuten Exposition. Endlich sah ich eine Spur des Gewölbes, aber jetzt waren die Gegenstände in der Nähe der Fenster total überexponirt, zeigten keine Details mehr. So erhielt ich drei oder vier Bilder. Welches war wahr? Kein einziges! Schliefslich half ich mir durch gespiegeltes Sonnenlicht, welches ich auf das Gewölbe fallen liefs. (S. 386.) Dieser Umstand, dafs Photographie die dunklen Gegenstände zu dunkel wiedergiebt, tritt aber schon bei ganz einfachen Arbeiten zu Tage, z. B. bei Reproduction von Kupferstichen. Ein Photograph reproducirte einmal Kaulbach's Hunnenschlacht. Er erhielt ein reizendes Bild, aber die Ferne im Original erschien zu dick, zu schwarz, nicht duftig genug. Der Besteller verwarf das Blatt und verlangte ein anderes. Der Photograph machte ein zweites mit längerer Exposition und jetzt erschien die Ferne duftig, aber leider die nahen Gegenstände, welche kräftig schwarz hervortreten sollten, waren grau. Ist das Wahrheit? Schliefslich half der Photograph sich durch Negativretouche. Ich habe hier absichtlich ganz einfache Beispiele gewählt, um zu zeigen, was diese schon für Schwierigkeiten bereiten, wenn es gilt, die Wahrheit wiederzugeben. Nun aber kommt der allerböseste Punkt, die Farben. Die Photographie giebt die kalten Farben zu hell, die warmen Farben (roth, gelb) zu dunkel. Man sehe die Photographie des Sonnenuntergangs am Ganges von Hildebrandt. Eine glühende rothe Sonne mit leuchtenden chromgelben Wolken auf Ultramarinhimmel. Was ist das in der Photographie geworden? Eine schwarze runde Scheibe zwischen schwarzen Wetterwolken. Es sieht aus wie die Sonnenfinsternifs von Aden. Ist das Wahrheit? Noch crasser tritt aber die Unwahrheit der Photographie zu Tage, wenn sich ein Photograph in der Lösung höherer künstlerischer Aufgaben versucht. Nehmen wir ein Beispiel. Es existirt ein hübsches Genrebildchen, Mutterliebe. Eine junge Mutter sitzt auf einem Fauteuil lesend, ihr kleiner dahinter stehender Sohn umarmt sie plötzlich, und freudig überrascht läfst sie die Hand mit dem Buche sinken, wendet

den Blick nach dem kleinen Liebling und bietet dem Jungen die Wange zum Kufs dar.

Einen Photographen überkam die Idee, ein ähnliches Bild mit Hülfe lebender Modelle zu reproduciren. Er fand ein hübsches Mädchen, welches sich als Mutter gebrauchen liefs, auch ein draller Junge wurde beschafft. Ein Fauteuil für die Mutter, Stuhl, Zimmerdecoration, ein paar Möbel zur Raumausfüllung waren leicht besorgt. Jetzt ging es an das Aufbauen. Die Mutter in effigie fügte sich willig den Intentionen des Photographen, schnitt auch ein Gesicht, welches zur Noth als Ausdruck von Mutterliebe gelten konnte. Der Junge hatte jedoch andere Ideen. Er fühlte sich zu der Pseudomutter nichts weniger als hingezogen, er protestirte energisch gegen jede Annäherung und es bedurfte einiger Hiebe, ihn zur Annahme der gewünschten Stellung zu bewegen. Darüber ist Zeit vergangen. Die Mutter fängt an, sich in der unbequemen Stellung mit gewendetem Hals unbehaglich zu fühlen. Endlich wird losphotographirt. Das Bild ist scharf, fleckenlos, ausexponirt. Die Modelle werden zu ihrer nicht geringen Freude entlassen. Es wird ein Bild gedruckt. Was ist das Resultat? Der Bengel umarmt die Mutter mit einem Gesicht, dem man die Hiebe noch ansieht, mit einem Blick, als wolle er sie erwürgen, und diese sieht ihn so ernst an, als wolle sie sagen: „Karl, du bist sehr ungezogen“, und scheint sehr unwillig darüber zu sein, dafs ihre angenehme Lectüre unterbrochen wurde. Kann man sagen, dafs solch ein Bild die Intentionen des Photographen richtig ausdrückt? Ist das so hergestellte Bild ein Ausdruck der Unterschrift „Mutterliebe“? Jedermann wird solchem Bilde die Unwahrheit ansehen. Das Ganze ist, wenngleich ein naturgetreuer Abdruck des gestellten Bildes, als Ausdruck der Mutterliebe eine photographirte Lüge.

Solche Bilder existiren zu Tausenden im Handel. Man hat dergleichen Sünden namentlich vor zehn Jahren im Stereoskopenfach massenhaft begangen, und wenn solche Bilder Beifall finden, so ist einzig und allein der schlechte Geschmack des Publicums daran Schuld. Doch man wird sagen, hier ist der Photograph an der Unwahrheit des Bildes nicht Schuld, sondern die unwilligen Modelle. Der Photograph ist aber wohl Schuld. Bilder, bei denen die Modelle den Intentionen des Photographen nicht absolut gehorchen, soll man überhaupt nicht machen, sie liegen jenseits der Schranken der Photographie.

Es giebt aber noch charakteristischere Fälle photographischer Unwahrheit, die man nicht den Modellen in die Schuhe schieben kann. Man nehme an, ein Photograph wollte, angeregt durch die schönen Bilder Claude's, Schirmer's, Hildebrandt's, einen Sonnenuntergang photographiren. Natürlich kann er auf die glühend helle Sonne

nur momentan exponiren. Was erhält er für ein Bild? Einen runden weifsen Fleck, einige leuchtende Wolken ringsum, das ist alles, was deutlich hervortritt. Alle Gegenstände in der Landschaft, Bäume, Häuser, Menschen, sind gänzlich unterexponirt; dort, wo das Auge Weg, Steg, Dorf, Wald und Wiese deutlich unterscheidet, sieht man nichts als eine verschwommene schwarze Masse ohne alle Contouren. Ist solch ein Bild wahr? Selbst der begeistertste Schwärmer für Photographie wird das nicht zu behaupten wagen.

Solche Fälle, wo grelle Contraste in Licht und Schatten die Erzielung eines wahren Bildes gänzlich unmöglich machen, liegen in Unzahl vor. Man sehe die Mehrzahl der Photographieen des Königsdenkmals im Thiergarten an. Das Denkmal ist trefflich, der Baumhintergrund aber eine verschwommene schwarze Masse, ohne Details, ohne Halbtöne, alles, nur kein Bild des herrlichen Laubwerks, welches an jenem Plätzchen jedes Auge entzückt. Noch zahlloser sind die Photographieen von Zimmern, in denen die dunklen Ecken, die unserm Auge noch recht wohl erkennbar sind, nichts zeigen als pechschwarze Nacht. Es giebt aber noch andere Fälle photographischer Unwahrheit, die noch charakteristischer sind.

Wir erblicken eine Berglandschaft. Ein Dörfchen, auf beiden Seiten von bewaldeten Hügeln eingeschlossen, deckt den Mittelgrund, seine Häuser ziehen sich malerisch zwischen Bäumen die Abhänge hinan. Eine Kette schön geschwungener Berge in der Ferne, deren Gipfel in der Abendsonne glänzen, schliefsen das wundervolle Bild ab; nur eines stört, ein verfallener Schweinestall in unmittelbarer Nähe des Beschauers mit einem Strohhaufen daneben. Ein Maler, der dieses Bild malen wollte, würde sich kein Gewissen daraus machen, den Schweinestall entweder gänzlich hinwegzulassen oder ihn so dunkel und unbestimmt zu halten, dafs er den Eindruck der Landschaft nicht stört. Wie steht es aber mit dem Photographen? Wegreifsen kann er den störenden Gegenstand nicht. Er sucht einen andern Standpunkt; ja, da verdecken Bäume einen grofsen Theil der Landschaft. Jetzt nimmt er die Ansicht mit dem Stall auf, und was erhält er für ein Bild? Der im Vordergrunde stehende Stall ist wegen seiner Nähe riesengrofs im Bilde sichtbar. Die ferne Landschaft, die Hauptsache, erscheint dagegen klein und unbedeutend. Noch fataler wirkt aber der Strohhaufen vor dem Stalle, er nimmt beinahe den viertel Theil des Bildes ein. Als die am hellsten leuchtende Masse im Bilde zieht er sofort das Auge des Beschauers auf sich, er lenkt den Blick von andern viel wichtigeren Dingen ab, man empfindet das unangenehm, er stört; die gewonnene Photographie erscheint nicht als Bild der Landschaft, was sie sein sollte, sondern als ein Bild des Schweinestalls. Die Nebensache ist zur Hauptsache geworden, und schreibt Jemand unter solches Bild: Ansicht von Dornburg, so ist das

Bild *unwahr*. Es ist unwahr, nicht etwa, weil die Gegenstände, die es darstellt, in der Natur nicht vorhanden wären, sondern weil die *Nebensachen* zu grell, zu deutlich, zu grofs hervortreten und die Hauptsache dagegen klein, undeutlich und unbedeutend erscheint.

Hier kommen wir an einen wunden Punkt der Photographie, sie zeichnet mit *gleicher Deutlichkeit* die Hauptsachen wie die Nebensachen. Der Platte ist alles gleichgültig, während der echte Künstler bei Wiedergabe eines Bildes der Natur das *Charakteristische* hervorhebt und die Nebensachen gänzlich unterdrückt oder dämpft. Er kann mit künstlerischer Freiheit darüber schalten und walten, und er thut es mit vollem Rechte. Denn eben weil er nur das Charakteristische hervorhebt und das Nebensächliche wegläfst, erscheint er *wahrer* als die Photographie, welche die gröfsten Nebensachen mit gleicher Deutlichkeit wie die Hauptsachen wiedergiebt, ja sogar oft deutlicher als diese. Reynolds sagt von einem Portrait einer Frau, in welchem ein sehr sorgfältig ausgeführter Apfelbaum im Hintergrunde sichtbar war: Das ist das Bild eines Apfelbaums und nicht das Bild einer Dame. Aehnliche Bemerkungen könnte man beim Anblick zahlloser Photographieën machen. Es ist ein Cardinalfehler derselben, dafs sie Nebensachen stärker betonen als die Hauptsachen. Man sieht ein Conglomerat heller Möbel und merkt erst bei genauerer Betrachtung, dafs ein Kerl dazwischen steckt, dessen Portrait das Bild sein soll. Man sieht eine gesteppte weifse Blouse und bemerkt erst nach einiger Zeit, dafs auch ein Mädchenkopf darauf sitzt. Man sieht einen Park mit Springbrunnen und andern Schnörkeln, erst hinterher bemerkt man einen Schwarzrock, der sich dunkel von einem ebenso dunklen Strauch abhebt etc. etc.

Man wird vielleicht Zeter schreien, dafs ich der freien Kunst der Malerei gröfsere Wahrheit zuschreibe, als der Photographie, die allgemein als die wahrste aller Bilderzeugungsmethoden gilt; *dafs hier nur von den Werken der Maler ersten Ranges die Rede sein kann*, versteht sich von selbst. Das ist gerade eines der gröfsten Verdienste der Photographie, dafs sie jene Sudeleien der *Kunststümper*, welche sonst in allen Gassen ausgeboten wurden, unmöglich gemacht hat. Ich halte es aber für meine Pflicht, auf die Quellen von *Unwahrheiten* in Photographieen aufmerksam zu machen; erst wenn man dieselben kennen und würdigen gelernt hat, wird man sie vermeiden lernen, und wer genau auf dieselben achten gelernt hat, der wird erstaunen, wie selbst Aufgaben einfachster Natur dem Photographen in Bezug auf *Wahrheit* Schwierigkeiten bereiten. Aufgabe des Photographen ist es demnach, diese Schwierigkeiten, welche sich der Erzielung eines wahren Bildes ihm entgegenstellen, wohl vorher zu erwägen. Soll sein Bild wahr sein, so mufs er dafür sorgen, dafs darin das *Charakteristische hervortrete*, das *Nebensäch-*

liche sich unterordne. (Die gefühllose Jodsilberplatte kann das nicht, sie zeichnet alles, was sie vor sich hat, nach unveränderlichen Gesetzen.) Der Photograph erreicht dieses einerseits durch geeignete Vorbereitung des Originals, andererseits aber durch passende Bearbeitung des Negativs. Freilich gehört dazu, dafs er das Charakteristische und Nebensächliche in seinem Vorwurf auch erkenne. Wer kein Auge dafür hat, der ist kein photographischer Künstler.

Sowie der Bildhauer und Maler, um ein lebensvolles und schönes Bild zu liefern, auf die allerkleinsten Details, jede Faltenbewegung, jeden Gesichtszug, jede Lichtwirkung, genau achten mufs, ebenso mufs der Photograph sein Original in den Gesichtszügen, Haltung, Kleidung, Wesen so gründlich als möglich studiren. Das Wesen der beiden Künste Malerei und Photographie ist jedoch ein total verschiedenes. Beide haben allerdings die Aufgabe, auf einer Fläche ein schönes Gebilde herzustellen, was nicht flach, sondern körperlich erscheint. Der Maler ist aber im Stande, auch nach einem unvollkommenen Modell ein künstlerisch schönes Bild zu liefern, indem er aus seiner Phantasie Unvollkommenes ergänzt, die Mängel des Originals verbessert, mit einem Wort, das Ganze idealisirt. Anders mufs der Photograph verfahren. Er kann nicht wie der Zeichner an seinem Bilde Veränderungen anbringen (einzelne Kleinigkeiten ausgenommen). Alle Schönheiten, die in seinem Bilde erscheinen sollen, müssen im Originale bereits vorhanden sein, seine Aufgabe besteht demnach darin, das aufzunehmende Modell schön zu stellen und zu beleuchten, kurz ein lebendes Bild zu arrangiren, und erst, wenn das geschehen ist, kommt der mechanische Procefs der Aufnahme. Hiermit ist aber keineswegs gesagt, dafs man nur mit schönen Originalen künstlerisch schöne Bilder herstellen könne. Alle Originale zeigen noch Mängel. Hier mufs der Photograph das Original von der Seite auffassen, in welcher es seine Mängel am wenigsten zeigt, oder mufs dieselben durch allerlei Kunstgriffe zu verdecken suchen; unterläfst man dies, so bringen die ausgezeichnetsten Apparate, Chemicalien und Recepte kein künstlerisch schönes Bild hervor.

Ueber Licht und Beleuchtung.

Das Licht ist das Lebenselement, der zeichnende Griffel des Photographen, es ist der Pinsel, mit dem der Photograph gleichsam tuscht. Die genaue Kenntnifs der Eigenschaften dieses Grundelements ist für ihn ebenso wichtig, wie für den Maler die Kenntnifs seiner Farben.

Die physikalischen Principien der Beleuchtung haben wir bereits

im zweiten Theile auseinandergesetzt. Wir verweisen auf diese, damit man zunächst ein Urtheil über Lichtstärke unter verschiedenen Verhältnissen gewinne (s. S. 226). Hier haben wir es mit den ästhetischen Principien der Beleuchtung zu thun.

Der Photograph hat, wie der Zeichner oder Maler, die Aufgabe, auf einer Fläche ein Bild zu erzeugen, welches den Eindruck des Körperlichen macht. Die Figuren sollen im Bilde nicht flach erscheinen, wie das Papier, welches sie trägt, sondern plastisch, mit Vorder-, Mittel- und Hintergrund. Zwei Mittel giebt es, um diese körperliche Täuschung hervorzubringen; das erste ist die Perspective.

Alle fernen Gegenstände erscheinen uns bei gleicher Gröfse in der Natur kleiner, als die nahen; indem nun der Zeichner, darauf fufsend, die Gröfsen-Verhältnisse seiner Figuren, mit der Entfernung abnehmen läfst, gelingt es ihm eben, die Täuschung in uns hervorzubringen, als sähen wir Nahes und Fernes, obgleich alle Figuren seines Bildes gleich weit von unserm Auge entfernt sind. Bilder, in denen diese Gesetze der Perspective vernachlässigt sind, z. B. alte Gemälde von van Eyk, Kranach, erscheinen deshalb flach. Man ersieht daraus die Wichtigkeit der Kenntnifs der Perspective für den Maler und Zeichner.

Das zweite Mittel, flache Gegenstände plastisch erscheinen zu lassen, ist die Vertheilung von Licht und Schatten.

Man zeichne zwei Rechtecke neben einander: beide erscheinen als flache Figuren; sobald man aber das eine mit Tusche anlegt, die von einer Seite nach der gegenüberliegenden sanft verläuft, so erscheint das Rechteck, obgleich es immer noch eine Fläche bildet, als Cylinder. Umgekehrt erscheinen oft runde Gegenstände flach, wenn diese Licht- und Schattencontraste nicht hinzutreten.

Das Hauptmittel, plastische Bilder zu erzeugen, besteht demnach in der passenden Anwendung der Licht- und Schattencontraste und diese hat er in seiner Gewalt, er mufs nur ihre Benutzung verstehen. Zur specielleren Besprechung derselben wollen wir jetzt übergehen.

Betrachten wir zunächst das Rohmaterial, mit dem wir tuschen: das Licht. Diese Tusche, welche uns die Sonne gratis liefert, ist in ihrer Ursprünglichkeit so urkräftig, dafs wir unmittelbares, ungeschwächtes Sonnenlicht nicht zum Arbeiten im Atelier anwenden können, wenn wir wirklich Mitteltöne erzielen wollen. Wir würden im directen Sonnenlichte z. B. ein Portrait erhalten mit grellen Weifsen auf der einen, grellen und dazu scharf begrenzten (nicht sanft verlaufenden) Schwärzen auf der andern Seite.

Ferner würden auch dann, wenn das Sonnenlicht das Original selbst nicht träfe, die Reflexe von Scheiben und anderen Gegenständen höchst störend wirken. Selbst Gardinen gewähren gegen dieses directe Sonnenlicht nur ungenügenden Schutz; ein beträchtlicher Theil des-

selben dringt hindurch, vernichtet die Schattenpartieen und macht das Bild flau. Deshalb schliefsen wir das directe Sonnenlicht nicht nur von der Person, sondern auch vom Atelier aus, bauen dasselbe nach Norden, schützen es noch vor dem einfallenden Sonnenlicht durch Sonnenschirme und arbeiten nur mit dem diffusen Lichte des reinen oder bewölkten Himmels (s. S. 225 bis 236).

Während nun die Strahlen des Sonnenlichtes im Allgemeinen als parallel angesehen werden können, zeigen die vom Himmel ausgehenden Strahlen alle nur möglichen Richtungen: horizontal die vom Horizont kommenden, senkrecht die vom Zenith kommenden. Diese Umstände sind von Wichtigkeit. Während in Folge der Parallelität der Sonnenstrahlen ein von der Sonne beschienener Körper scharf markirte Contraste von Licht und Schatten zeigt, werden bei einem Körper, der von dem Lichte des ganzen Himmelsgewölbes getroffen wird, der also von allen Seiten zugleich beleuchtet ist, alle Licht- und Schattencontraste verwischt sein. Deshalb erscheinen unter solchen Umständen selbst volle runde Körper flach, wie man an trüben Tagen leicht an jedem reich gegliederten Gebäude sehen kann. Kein Wunder, dafs daher auch die Photographieen dieser Gebäude, welche an diesen Tagen angefertigt werden, auffallend flach erscheinen.

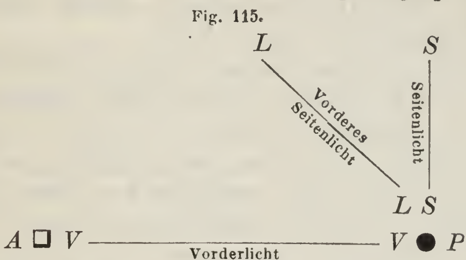
So flach würden auch die Personen werden, wenn dieselben von allen Seiten im Atelier Licht empfingen. Daraus ergiebt sich denn, wenn wir schöne plastische Bilder erhalten wollen, die Nothwendigkeit der Anwendung eines einseitigen Lichtes.

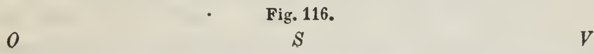
Um ein solches herzustellen, versehen wir unsere Ateliers mit Gardinen, die wir beliebig auf- und zuziehen können. Solches einseitige Licht erzeugt lebendige Abwechselung von Licht und Schatten. Es folgt daraus aber keineswegs, dafs die Schattenseiten des Bildes durchaus kein Licht empfangen dürfen, im Gegentheil, wir müssen dieselbe schwach erhellen, damit sie überhaupt chemisch wirken, die zu grellen Schatten gemildert, Details in denselben sichtbar gemacht und sanfte Uebergänge erzeugt werden. In welcher Richtung soll nun die Hauptlichtmasse die Person treffen?

Hier sind sehr verschiedene Fälle möglich. Das Licht kann die Person zunächst treffen: von Vorn, d. h. aus der Gegend kommend, wo die Nasenspitze hinweist; von der Seite, d. h. rechtwinklig, zu der oben erwähnten Richtung horizontal; endlich von Oben, d. h. in der Richtung der Hauptlänge des Körpers; danach hätten wir Vorderlicht, Seitenlicht und Oberlicht zu unterscheiden. Denken wir uns einmal gerade zur Seite der Person in der mit Gardinen verhängten Glaswand des Ateliers eine schmale Spalte geöffnet, die Person selbst stehe mit ihrer Front rechtwinklig zur Glaswand, so wird sie offenbar vom Seitenlicht getroffen sein; jetzt aber kehre sie einmal Brust und Kopf diesem Seitenlichte zu, dann wird dieses Seitenlicht

offenbar für sie Vorderlicht. Man sieht daher, dafs diese Art der Benennung des Lichtes mit der Stellung der Person schwankt, wir müssen deshalb den Ausdruck Vorderlicht, Seitenlicht, Oberlicht, um nicht mifsverstanden zu werden, anders fassen, da wir dieselben von nun ab häufig gebrauchen werden. Denken wir uns, das Papier sei der Boden des Ateliers, das Viereck *A* der photographische Apparat,

Fig. 115.





P die Person, deren Brust- und Kopfrichtung hier ganz gleichgültig ist, so nennen wir das Licht, welches die Person in der Richtung Linie *V V* trifft (der Verbindungslinie mit dem Apparat): Vorderlicht, das rechtwinklig zu dieser Linie in der Richtung *S S* horizontal einfallende: Seitenlicht, das senkrechte von oben einfallende: Oberlicht.

Aufser in diesen drei Hauptrichtungen kann aber offenbar das Licht noch in verschiedenen anderen dazwischen liegenden Richtungen die Person treffen, z. B. schief in der Richtung der Linie *LL* als vorderes Seitenlicht, ebenso schief von oben als vorderes Oberlicht etc. etc., Ausdrücke, die leicht zu verstehen sind. Jetzt ist es unsere Aufgabe, die Wirkung dieser drei Hauptlichtmassen: Vorderlicht, Seitenlicht, Oberlicht zu schildern. Wir geben

Fig. 116.

O *S* *V*







O *S* *V*

drei Photographieen bei, von denen die eine bei reinem Vorder-, die zweite bei reinem Seiten-, die dritte bei Oberlicht aufgenommen ist. Mit Hülfe derselben werden wir zeigen, welchen ge-

waltigen Einfluſs der Fall des Lichtes auf das Relief und die Farbe der Bilder, die Aehnlichkeit der Züge und den ganzen Charakter der Physiognomie ausübt.

V ist die Aufnahme bei Vorderlicht, die Gröſse der dem Object gegenüberstehenden Lichtöffnung betrug 7 □Fuſs (7 Fuſs breit, 7 Fuſs hoch), die Entfernung: 15 Fuſs *).

S ist die Seitenlichtaufnahme, Gröſse der Lichtöffnung 5 □Fuſs, Entfernung vom Object 8 Fuſs.

O ist die Oberlichtaufnahme, Gröſse der Lichtöffnung: 3 Fuſs 8 Zoll br., 5 Fuſs lang, Entfernung vom Kopf des Objects 6 Fuſs **).

Wir halten es zunächst in Bezug auf die drei beifolgenden Portraits für nothwendig zu bemerken, daſs dieselben Aufnahmen ein und derselben Person sind, angefertigt kurz hinter einander unter möglichst gleichen Verhältnissen (abgesehen vom Lichte). Wir bemerken dies, weil der überraschende Unterschied, den diese 3 Bilder — bloſs in Folge der verschiedenen Beleuchtung — zeigen, in vielen der Beschauer, denen wir dieselben gezeigt, Zweifel erregt haben, daſs man es hier wirklich mit ein und demselben Original zu thun habe.

Sämmtliche Bilder wurden aufgenommen mit einem Briefmarkenapparat mit 12 Köpfen, den uns die Herren Juhre und Nicolai zu diesem Zweck gütigst zur Disposition stellten. Dergleichen Apparate dürften sich zu Massenproductionen der Art sehr empfehlen.

Betrachten wir zunächst die Wirkung der verschiedenen Lichter auf das Relief.

Hier sehen wir in *O* gewaltig vertiefte Augenhöhlen, eine scharf vorspringende, einen tiefen Schatten werfende Nase, eine nach unten einfallende Fleischpartie unter den Backenknochen, einen scharf geschnittenen, sehr breiten Mund und förmlich wulstig hervortretenden Bart.

In *S* erscheint dieser Bart dünner und die Partie unter den Backenknochen bedeutend flacher, die Rundung in den Wangen fehlt, die Augen erscheinen viel weniger tief. Dagegen treten in der Stirn, über dem Nasenbein und unter der Nase Falten auf, die in *O* fast ganz verwischt sind. Umgekehrt erscheinen in *S* die Falten unter den Augen und an den Nüstern weniger scharf markirt als in *O*. Das ganze Gesicht in *S* bekommt durch die ziemlich scharf abgeschnittene Schattengrenze das Ansehen eines Kastens, der einseitig beleuchtet und dessen eine Kante dem Auge zugekehrt ist; die ganze Mittellinie des Gesichts springt bedeutend mehr vor wie in *O*, das Gesicht wird ziegenartig.

---

*) Die Person saſs an der südlichen Wand des Ateliers, das Gesicht der nördlichen Glaswand, an welcher der Apparat stand, zugekehrt.

**) Leider sprang die Platte mit den Oberlichtköpfen während der Fertigung der Auflage und enthalten daher einige der Lehrbuchexemplare eine etwas unvollkommene Reproduction des Oberlichtkopfes.

V ist dagegen wie ein Kasten von der flachen Seite gesehen, die Augenhöhlen sind kaum noch markirt. Von den charakteristischen Falten, die oberhalb, seitwärts oder unterhalb der Nase in *O* und *S* ausgehen, nicht die Spur. Ebenso flach wie das Gesicht erscheint der Bart, die Kleidung. Die Nase geht sanft in die Augenbrauen über und bildet mit diesen zwei symmetrische Haken. Der Mund erscheint hier klein gegen *O*. Das Ganze ist wie ein Brett, in dem die Hauptcontouren eingezeichnet sind. Hieraus ersieht man, dafs man mit Hülfe der Beleuchtung Höhlungen und Falten im Gesicht vollständig aufheben oder auch stärker hervortreten lassen kann. Betrachten wir nun die Wirkung der Beleuchtung auf die Farbe der einzelnen Theile, so fällt uns zunächst die auffallende Verschiedenheit in Haar und Bart auf. Dieselben erscheinen in den vom Licht getroffenen Stellen in *O* und *S* auffallend grau (am stärksten grau in *O*), in *V* dagegen schwarz. In *O* erkennt man jedes einzelne Haar, ziemlich ebenso gut auf der Lichtseite von *S*, in *V* dagegen bilden Bart und Haar einen homogenen schwarzen Klecks mit nur wenig Details.

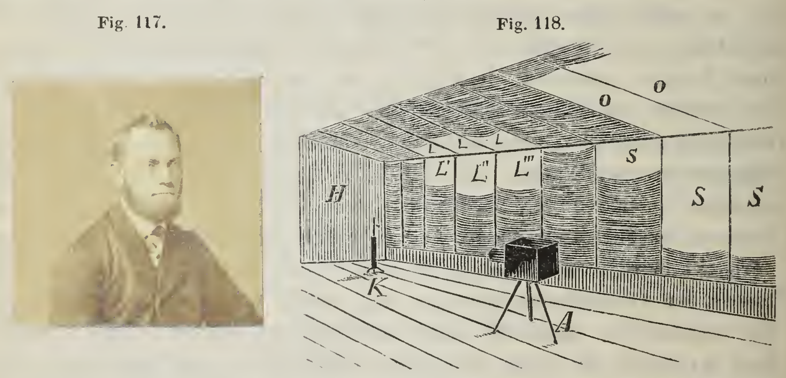
Die Ursache dieses Mangels an Details liegt eben in der gleichförmigen Beleuchtung, die jedes Haar von vorn empfängt, so dafs wir nur die Lichtseite sehen. Anders ist es bei Seitenlicht, hier sehen wir an jedem Haar Licht- und Schattenseite und dadurch heben sich die Haare von einander ab. Die Ursache, dafs das Haar in *V* bedeutend dunkler erscheint, liegt darin, dafs das Object bei der Aufnahme viel weiter vom Licht entfernt safs als bei *S* und *O*. Eben daher erscheint auch der Rock bedeutend dunkler. Der Hintergrund in *V* dagegen erscheint heller als der in *S* und *O*, einfach deshalb, weil derselbe ebensoviel Licht empfing wie die Person (aufser dem von letzterer beschatteten Theil, der im Bilde durch die Person fast ganz verdeckt wird), während in *O* und *S* der Hintergrund, einige Fufs hinter der Lichtöffnung stehend, nur einen Theil des Lichts empfing, das unmittelbar senkrecht oder seitwärts der Person einfiel. Auffallend ist ferner die helle Farbe des Rocks in *O* (der Rock des Originals war schwarz). Diese rührt von dem chemisch am intensivsten wirkenden Oberlichte her, das auch Haar und Stirn ungewöhnlich hell und dafür den Schatten desto tiefer gefärbt hat. Hieraus ersieht man, dafs man mit Hülfe der Beleuchtung die Farbe des Haars, der Kleidung, des Hintergrundes beträchtlich verändern kann. (Eigenthümlich ist noch die Beleuchtung des Rocks in *S*, der auf der rechten hellen Seite auffallend plastisch heraustritt.)

Jetzt kommen wir zu der Wirkung der Beleuchtung auf den Charakter und da wird uns denn der oberflächlichste Betrachter der Bilder zugeben, dafs Viele, die da glauben, ein sauber gearbeitetes Bild müsse immer ähnlich sein, sich im dicksten Irrthum befinden.

Finster und drohend schauen uns die Augen in *O* an und dieser drohende Ausdruck wird noch vermehrt durch die scharf hervorspringende Nase, die dunkel gefärbten eingekniffenen Mundwinkel und die hervorspringenden Schatten werfenden Backenknochen und Nüstern. Wie harmlos, ja schläfrig erscheint dagegen das Bild in *V*, die schattenlosen Augen erscheinen fischartig ausdruckslos, die Falten, die dem Gesicht Energie verleihen, sind vernichtet, ebenso ausdruckslos erscheint der Mund. Das Bild *S* steht zwischen beiden, es erscheint weder so geistlos wie *V*, noch so finster drohend wie *O*; die seitlichen Licht- und Schattencontraste geben dem Gesicht, auf dem die beiden Stirnfalten wie durch schelmische Gedanken aufblitzen, ein lebhaftes Ansehen; nur erscheint die Schattenseite noch etwas zu drohend gegen die helle Lichtpartie. Das Bild ist charakteristischer als die beiden andern, zeigt uns aber den Mann noch nicht wie er ist; es ist zu eckig, zu ziegenartig. So sehen wir also, wie auch der ganze Charakter des Gesichts mit der Beleuchtung bedeutend variiren kann. Man kann eine finstere brummige Physiognomie hierdurch heitrer, milder machen, umgekehrt einem schläfrigen Gesicht Energie verleihen.

Welches der drei Portraits zeigt nun aber den wahren Charakter des Mannes? werden unsere Leser fragen.

Fig. 117. Fig. 118.



Keines von den dreien; damit aber unsere Leser einen Begriff bekommen, wie der Mann eigentlich aussieht, und danach beurtheilen können, wie die drei Beleuchtungsarten seine Physiognomie verändert haben, fügen wir hier dasjenige Portrait bei, welches von allen seinen Bekannten als getroffen und seinem Charakter entsprechend bezeichnet wird (Fig. 117).

Das, was wir hier auseinandergesetzt, wird wohl hinreichen, unsern Lesern die aufserordentliche Wichtigkeit der Beleuchtung bei photographischen Aufnahmen darzuthun.

Jede der drei Beleuchtungsweisen: Vorderlicht, Oberlicht, Seitenlicht, drückt also dem Modell ein ganz verschiedenen Charakter auf.

Nun ist es aber vor Allem die Aufgabe des Photographen, Bilder herzustellen, in denen der Charakter wahr wiedergegeben ist.

Wie erreicht man das? Am besten durch Combination der drei Beleuchtungsarten: Vorderlicht, Oberlicht, Seitenlicht, indem man das Licht als vorderes, oberes Seitenlicht, oder, was dasselbe ist, als seitliches oberes Vorderlicht einfallen läfst. In diesem Falle kommt die Hauptlichtmasse, welche die Person trifft, von einer Oeffnung, die einige Fufs vor der Person, oberhalb rechts (oder links) sich befindet, so dafs das Licht den Kopf ohngefähr unter einem Winkel von 45° trifft *).

Diese Beleuchtungsmanier ist diejenige, welche zunächst die Reliefformen des Modells in der reichsten Weise wiedergiebt, daher dieselbe auch von Zeichnern bei Schattenconstructionen zu Grunde gelegt wird. Diese Beleuchtungsart finden wir ferner in den bei Weitem meisten Bildern unserer hervorragendsten Portraitmaler, einfach, weil sie in den meisten Fällen unserm Gefühl als das Naturgemäfseste erscheint, und genug Photographen giebt es, die, oft ohne eigentlich zu wissen, woran es liegt, ihre Modelle instinctiv in denjenigen Winkel des Ateliers placiren, in dem eben diese Beleuchtungsart — durch die Localverhältnisse veranlafst, sich von Hause aus findet und andre wieder sind uns vorgekommen, die in ihrem Atelier durch Anbringen und Wiederabreifsen verschiedener Vorhänge, Verkleben und Verbauen der Glaswände, lange hin und her experimentirten, bis ihre Bilder endlich jenes naturgemäfse Ansehen zeigten, das allein in der Beleuchtung begründet ist.

In solcher Beleuchtungsart — in solchen von vorn-seitwärts-oberhalb einfallendem Licht ist denn der vierte Kopf in Fig. 117 aufgenommen, wie ein aufmerksames Studium desselben leicht jedem Beobachter zeigen wird.

Betrachten wir die Wirkung eines solchen Normallichtes auf das Modell, so sehen wir, dafs auf einer Stirnseite (z. B. rechts) sich die höchsten Lichter, dagegen auf der entgegengesetzten Unterkieferpartie (links), die tiefsten Schatten sich finden. Es giebt eine Reihe ganz ausgezeichneter Ateliers, in denen diese Beleuchtungsart bei jedem Modell ohne Ausnahme angewendet wird.

Man setzt die Personen in einen Raum, der zur Seite und Oben durch dunkles Mauerwerk oder Gardinen abgeschlossen ist, so dafs dieselbe nur von der mehr von vorn kommenden Lichtmasse des Glasdaches und der Glaswand getroffen wird.

Solche Einrichtung mag für sehr viele mittlere Physiognomieen ausreichen, aber es kann nicht ausbleiben, dafs durch stereotype An-

*) In einem mit dunklen Gardinen verhängten Atelier, wie das Fig. 118 gezeichnete ist solcher Lichtfall leicht herzustellen, indem man einige Fufs vor der Person K einige Dachgardinen LL und die daran anschliefsenden Seitengardinen $L'L''$ theilweise aufzieht.

wendung derselben Beleuchtung eine gewisse Monotonie in den Bildern auftritt.

Diese stört in Photographieen noch viel mehr, als in einem Gemälde, weil hier der Maler durch Farbeneffecte trotz der stereotypen Beleuchtung noch eine wunderbare Mannigfaltigkeit erzielen kann. Anders ist es beim Photographen; Lichteffecte müssen ihm die Farbeneffecte ersetzen. Mannigfaltigkeit kann er nur erzielen durch geschickte Modification seiner Beleuchtung. Hier ist nun zunächst der mehr oder weniger schräge Winkel, unter dem das Licht einfällt, von Wichtigkeit.

So ist zu beachten, dafs ein sehr weit von vorn kommendes Oberlicht O oder Seitenlicht S (Fig. 118) gerade wie Vorderlicht wirkt.

Ebenso wirkt ein nahe über der Person befindliches, sehr breites, sich weit nach der Seite erstreckendes Oberlicht mehr, wie Seitenlicht, ein Umstand, der in sehr breiten, aber niedrigen Ateliers wohl zu beachten ist, und umgekehrt wird ein sehr hohes Seitenlicht die Wirkungen des Oberlichts zum Theil zeigen, was man leicht in jedem sehr hohen Atelier wahrnehmen kann.

Jenachdem wir also die Lichtöffnung LL mehr oder weniger verbreitern und der Person mehr oder weniger nähern, können wir dem auffallenden Lichte mehr oder weniger die Wirkung des Vorderlichtes, Oberlichtes oder Seitenlichtes geben, und dadurch wesentlich auf den Charakter des Modells einwirken.

Hat man z. B. eine sehr scharf markirte energische, faltenreiche Physiognomie, so rücke man die Lichtmasse weiter fort, gebe ihr dadurch mehr den Charakter des Vorderlichtes und man wird Milde und Weichheit in die herben Züge hineinbringen.

Umgekehrt, hat man ein schläfriges, flaches, wenig markirtes Gesicht, so gebe man dem auffallenden Lichte mehr den Charakter des Oberlichtes, dadurch erhält das Gesicht mehr Energie und Leben.

Bei gewissen schmalbäckigen Gesichtern ist ferner die Anwendung von Seitenlicht vortrefflich, dasselbe erhellt die Vertiefungen unter den Backen auf der Lichtseite, macht diese concaven Theile voller, während es die Details auf der andern Seite sich in Schatten verlieren läfst.

Auch für Damen in gewissem Alter, die den Photographen oftmals viel zu schaffen machen, ist die Anwendung eines von vorn einfallenden, möglichst sanften Lichtes zu empfehlen, welches in die Falten und Grübchen hineindringt, und die unangenehmen Schatten aufhebt.

Ja, man kann hier das Gesicht ganz in den Schatten legen (der selbstverständlich nicht dunkel sein darf), und nur über den vorspringenden Theil einige Lichteffecte gleiten lassen.

Ueberhaupt kann hier als Regel angenommen werden: Alle Erhöhungen und Vertiefungen, die man zu verdecken oder zu mildern wünscht, müssen so beleuchtet werden, dafs

sie keinen oder nur wenig Schatten werfen und umgekehrt.

Selbstverständlich darf man hier aber nicht zu weit gehen, man darf eben die Fehler des Originals nur mildern, aber nicht so vollständig verdecken, dafs der Charakter und die Formähnlichkeit hierdurch verloren gehen. Wieweit man hier gehen kann, darüber lassen sich keine Regeln geben, hier mufs den denkenden Künstler sein Gesicht und seine Beobachtungsgabe leiten.

In Jahrg. III. S. 101 der Photographischen Mittheilungen publicirten wir als Beispiel einer eigenthümlichen Anwendung des Seitenlichts ein Damenportrait. Das Gesicht ist fast in Halbschatten gelegt und allein über die seitlichen Theile der Nase, des Haares, sowie der Schulter und des Gesichts gleiten einige Lichter. Wie dieser Effect erreicht ist, ist unschwer zu errathen. Zunächst sind hier einige Fufs von der Person einige Gardinen *OO*, *SS* (Fig. 118) aufgezogen, die das ganze Gesicht mild erhellen, dann unmittelbar rechts vom Modell, ja sogar etwas hinter demselben, eine Seitengardine *L'* geöffnet. Diese liefert die Lichter, welche so charakteristisch auf der Seite des Bildes hervortreten. Es ist also eine Combination von Vorderlicht und Seitenlicht, die hier in Wirksamkeit tritt: das milde Vorderlicht giebt den Augen Klarheit, ohne ihnen den Ausdruck zu rauben, es dringt in die Falten und glättet dieselben gleichsam und das nicht grofse Seitenlicht ist vollkommen hinreichend, dem Ganzen Relief zu verleihen. Der aufmerksame Beschauer wird ferner eine leichte Differenz zwischen der Helligkeit der Arme und Hände und des Gesichts nicht aufser Acht lassen. In jedem Portrait ist das Gesicht die Hauptsache, dieses mufs demnach auch das Hauptlicht empfangen, alle übrigen Partieen sind gedämpfter zu halten. Nichts ist häfslicher als jene Bilder, in denen Arme und Hände als schreiend weifse Kleckse aus der Gewandung heraustreten. In ähnlicher Weise ist auch der Oberkörper heller zu halten als die unteren Partieen. Mit dunklen Schirmen, die ein paar Schritt vor der Person aufgestellt werden und das Licht von den Händen und Füfsen theilweise abhalten, ist dies leicht zu erreichen. Loescher & Petsch benutzen solchen Schattenschirm mit grofsem Vortheil, namentlich zur Vermeidung der Ueberexposition weifser Kleider. Derselbe besteht aus einem 5 Fufs breiten, mit dunklem Zeug bespannten, auf Rollen gehenden Rahmen. Der obere Theil desselben ist um eine wagerechte Axe drehbar, so dafs er mehr oder weniger geneigt werden kann. Selbstverständlich gehört zur Hervorbringung solcher Lichteffecte ein geübtes Auge, das für die leisesten Abstufungen von Hell in Dunkel empfänglich ist. Um seinen Blick in dieser Hinsicht zu üben, empfehlen wir den photographischen Jüngern Studien an einer Gypsbüste (Schiller und Göthe sind hierzu vortrefflich geeignet). Man stelle dieselben an den

Standort der Personen im Atelier, ziehe zunächst sämmtliche Gardinen zu und öffne nachher einzelne derselben, oberhalb, seitwärts oder vor der Büste und beobachte genau die dadurch erzeugten Veränderungen im Licht- und Schattenfall auf den Gesichtern. Die so erzeugten Effecte sind ebenso überraschend, als unterhaltend und lehrreich, und wer sich die Mühe nimmt, dieselben zu photographiren und die Beleuchtungsart mit einigen Strichen zu notiren, kann sich leicht ein Album von Studienblättern anfertigen, das ihm bei Aufnahme lebender Modelle von umfassendstem Nutzen sein wird. Nur das vergesse man nicht:

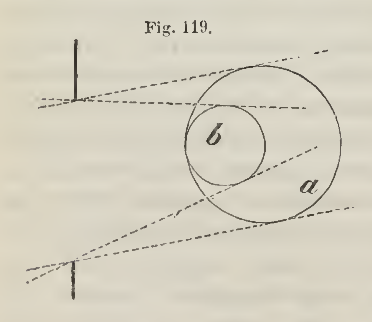
„Eines schickt sich nicht für Alle“

und hüte sich, einen und denselben Lichteffect bei allen Personen ohne Unterschied des Geschlechts, des Alters, der physiognomischen Eigenthümlichkeiten anzubringen.

Was hier an einem menschlichen Gesichte gezeigt worden ist, wiederholt sich nun bei allen andern Gestalten. Ebenso gut wie wir durch eine passend gewählte Beleuchtung Falten und Erhöhungen im Gesicht gänzlich verschwinden lassen können (siehe oben Vorderlicht), ebenso können in jedem beliebigen Objecte gewisse Details durch die Beleuchtung vernichtet oder hervorgehoben werden, z. B. bei einem plastischen Gegenstande, sei es ein Architekturstück, ein Basrelief oder ein Maschinenmodell, ein Porzellangegenstand.

Regel ist hierbei: Man beleuchte dieselben so, dafs die Details, welche man deutlich im Bilde zu sehen wünscht, durch die Beleuchtung richtig hervortreten. Kunstgegenstände machen die Wahl der Beleuchtung insofern leichter, als alle Künstler ihre Objecte in einem unter einem Winkel von 45° schief einfallenden, von oben kommenden vorderen Seitenlicht zu modelliren pflegen. Ob von rechts oder von links, bleibt hier noch fraglich; falls der Künstler nicht selbst darüber Auskunft giebt, probirt man, von welcher Seite das Licht am günstigsten wirkt. Ohne Selbstkritik und Selbstprüfung wird man hier niemals ein genügendes Resultat erzielen. Dieses schief von oben unter einem Winkel von 45° einfallende Licht wird sich für die bei Weitem meisten Fällen am besten eignen.

Fig. 119.



Nun kommen noch zwei Punkte in Betracht, die Gröfse des Objectes und die Entfernung der Lichtquelle, d. h. vom Fenster des Ateliers. Man denke sich zwei Säulen, eine dicke *a* und eine dünne *b*, in gleicher Entfernung von einem Fenster aufgestellt, so ist leicht

ersichtlich, dafs die erste Säule eine ganz andere Beleuchtung zeigen wird als die zweite; das Licht umspielt die kleine Säule viel weiter als die grofse nach der Schattenseite hin, letztere (die Schattenseite) schrumpft daher zusammen, die Lichtseite wächst. Will ich demnach die kleine Säule im analogen Lichtfall wie die grofse aufnehmen, so mufs ich die Lichtöffnung entsprechend verkleinern. Daher kommt es, dafs eine Beleuchtung, die für ein lebensgrofses Modell zurecht gemacht worden ist, für ein kleines Object nicht pafst.

Der zweite Punkt ist die Entfernung von der Glaswand.

Wir haben oben nachgewiesen, dafs die Helligkeit eines Punktes in einem vom blauen Himmel durch eine Fensteröffnung erhellten Raum abnimmt, wie das Quadrat der Entfernung vom Fenster zunimmt. Bei grofser Fensteröffnung ist diese Abnahme nicht so stark, aber doch sehr entschieden merkbar (s. S. 226 u. s. f.). Nimmt man nun an, dafs die Schattenseite des Modells nur vom reflectirten Lichte, der Hinterwand des Ateliers beleuchtet ist, so ist klar, dafs der Contrast zwischen Licht und Schatten um so stärker sein wird, je näher das Modell der Glaswand steht. Man hat demnach durch Veränderung des Standpunktes des Modells es ganz in seiner Gewalt, diese Contraste zu heben oder zu vermindern.

Nun ist noch zu bedenken, dafs die Photographie im Allgemeinen den Contrast noch stärker wiedergiebt, als unser Auge sie empfindet (s. o.). Oft genug liefert sie die Schattenseite von Körpern, die hell genug ist, um alle Details für unser Auge erkennen zu lassen, pechschwarz, am auffallendsten tritt diese bei gelben, grünen und rothen Objecten zum Vorschein, weniger bei weifsen oder kobalt- und ultramarinblauen (siehe die Farbentafel). Weifse Gypsbüsten zeigen daher auch ohne künstliche Vorrichtungen gewöhnlich gute Schattendetails. Anders aber ist es schon bei Menschen, noch viel ärger bei dunkelgefärbten Objecten, z. B. Eisen und Bronce. Sollen die Schatten derselben nicht zu schwarz werden, so mufs man diese ein wenig auflichten, d. h. sie heller machen als sie nachher im Bilde bleiben sollen. Dies geschieht nun auf zweierlei Weise: Entweder man läfst directes Licht von der Schattenseite einfallen oder aber man bringt Reflectoren auf der Schattenseite an.

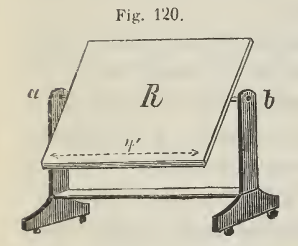
In Nordfrontateliers erreicht man die Auflichtung der Schatten durch directes Licht in sehr einfacher Weise. Gewöhnlich placirt man das Modell in die Nähe der Glaswand, dort wo in Fig. 65 das weifse Postament steht. Oeffnet man dann ein paar Gardinen $L'L''L'''$ (Fig. 118) rechts, so erlangt man eine Beleuchtung, wie sie für den Maler zweckentsprechend sein würde. Um nun aber die Schatten genügend aufzulichten, öffnet man auf der andern Seite des Ateliers einige Oberlicht-(Dach-)Gardinen OO und Seitengardinen SS (Fig. 118). Es strömt dann eine Quantität oberes Vorderlicht auf das Modell, die

allein die Wirkung, die das Bild S. 397 *V* zeigt, hervorbringen würde, die aber, mit passendem Seitenlicht combinirt, das Resultat S. 400 erzeugt. Man sieht diese Wirkung schon mit bloſsem Auge am Modell. Je reichlicher das Vorderlicht einströmt, desto kürzer kann die Exposition gewählt werden. Je näher das Modell der Glaswand steht, desto entschiedener werden die Licht- und Schattencontraste.

Die Auflichtung durch Reflectirschirme ist sehr allgemein angewendet. Ist das Atelier schmal, die Hinterwand hell, so wirkt diese schon als Reflectirschirm, uud viele Photographen ahnen ihre Wirkung erst dann, wenn sie plötzlich in ein anderes Atelier kommen, welches sehr breit ist und eine dunkle Hinterwand besitzt. In gleicher Weise wirkt der Boden des Ateliers als Reflectirschirm, er hellt die untern Schatten des Modells auf. Diese Wirkung des Bodens wird ebenso häufig übersehen als die Wirkung der Hinterwand. Jedes Atelierobject ist aber, falls es nicht ganz schwarz ist, in seiner Art eine mehr oder weniger stark reflectirend wirkende Fläche. Dies mögen diejenigen Photographen bedenken, welche sich rühmen, ohne Reflectirschirm zu arbeiten.

Als beweglichen Reflectirschirm empfehlen wir einen Rahmen *R*, der um die horizontale Axe *ab* und auf Rollen geht. Man hat auch solche, die nach Art der Stative hoch und niedrig gestellt werden können. Die eine Seite des Rahmens beklebt man mit Staniol, die andere mit weiſsem Papier. Man hat auf diese Weise zwei Flächen von verschiedener Reflectionskraft zur Disposition.

Fig. 120.



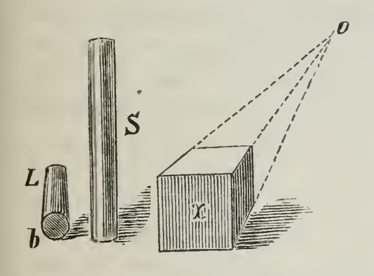
Man stellt den Rahmen auf die Schattenseite des Modells und dreht hin und her, bis man mit dem Auge deutlich die Auflichtung der Schatten wahrnimmt. Anfängern empfehlen wir hier ebenfalls Uebungen mit dem Reflectirschirm an Gypsmodellen. Je näher der Reflectirschirm dem Modell steht, desto kräftiger wirkt er. Hinsichtlich der passendsten Stellung der reflectirenden Fläche bemerkt man bald, daſs selbst bei mattem Stoff (Papier) die Wirkung einem Spiegel analog ist, d. h. der Einfallswinkel ist gleich dem Reflectionswinkel.

Auſser solchem Reflectirschirm kann der Photograph auch andere Hülfsmittel zu gleichem Zweck anwenden. Ein Bogen Papier, ein helles Buch oder Album auf den Tisch gelegt, ein passend versteckter Spiegel und zahllose andere Kleinigkeiten, die der denkende Künstler zu verwerthen weiſs, bewirken oft Wunder.

Von der Perspective.

Betrachtet man einen Würfel (Fig. 121), dessen Kanten sämmtlich gleich lang sind, so beobachten wir, dafs dessen Kanten uns sehr verschieden lang erscheinen. Die unserem Auge zugekehrte Fläche erscheint uns noch als Quadrat, die anderen verkürzen sich in auffallender Weise, die Flächen erscheinen ganz unregelmäfsig, die parallelen Linien laufen zusammen und convergiren nach einem Punkt *o*, dem sogenannten Verschwindungspunkt. Aehnliches geschieht mit allen andern Körpern: der hängende Menschenarm, oder die stehende Säule *S* erscheinen uns in ihrer vollen Länge, der gegen uns ausgestreckte Arm, oder die liegende Säule (*L*) sehen wir in der „Verkürzung“, die Dimensionen schrumpfen zusammen, schliefslich sehen wir statt des Säulenschaftes nur noch die kreisförmige Säulenbasis *b* und diese wieder erscheint uns bald rund, wenn sie uns ihre volle Fläche zukehrt, bald als Ellipse, was sie in der That gar nicht ist, und die parallelen Säulenkanten laufen zusammen. Dafs wir diese Unwahrheit (denn eine solche ist es) nicht als solche empfinden, liegt einfach in unserer Gewöhnung.

Fig. 121.



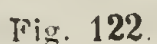
Wir wissen aus Erfahrung, dafs der gegen uns gestreckte verkürzt erscheinende Arm länger ist, als es unserem Auge bei dieser Stellung vorkommt, ebenso dafs die scheinbar zusammenlaufenden Eisenbahnschienen parallel sind. Wir corrigiren unaufhörlich die Anschauungen unseres Gesichtssinnes. Ein Kind, was noch keine Erfahrung hat, greift nach dem Monde.

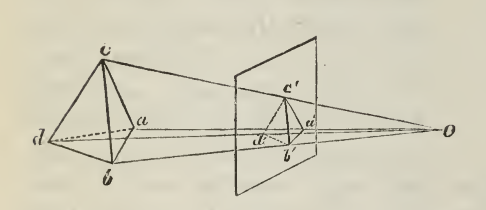
Aufgabe des Malers wie des Photographen ist es nun, die Verkürzungen richtig darzustellen, d. h. so wie sie unserem Auge erscheinen. Geschieht dieses nicht, so erscheint sein Bild unwahr.

Diese Gesetze der Verkürzungen lehrt uns die Perspective.

Unser Auge ist eine Camera obscura mit einfacher Landschaftslinse. Aus der Optik ist bekannt, dafs das Bild eines Punktes auf dem geraden Strahl liegt, der vom Punkte durch den optischen Mittelpunkt des Objectivs gezogen wird. Wo diese Linie, der Hauptstrahl genannt, die Bildebene (die matte Tafel in der Camera oder die Netzhaut im Auge) schneidet, ist das Bild des betreffenden Punktes. Das Bild einer geraden Linie ist demnach da, wo die von den einzelnen Punkten der Linie durch den optischen Mittelpunkt gehenden Strahlen die matte Tafel schneiden. Nun bilden diese Strahlen

im optischen Mittelpunkt eine Ebene, diese durchschneidet die ebene Bildtafel in einer geraden Linie, das Bild einer geraden Linie in unserem Auge ist demnach wieder eine gerade Linie, das Bild eines ebenen Dreiecks ist wieder ein ebenes Dreieck. Ist die ebene Figur der Netzhaut, d. h. der Bildtafel parallel, so ist nach bekannten stereometrischen Gesetzen die Bildfigur der Originalfigur ähnlich. Denkt man sich vor das Auge senkrecht zur Axe desselben eine Glastafel aufgestellt, so schneiden die von einem Gegenstande *abcd* ausgehenden Strahlen diese in einer Figur *a′b′c′d′* (Fig. 122). Construirt man sich nun eine solche Figur für einen gegebenen Kreuzungspunkt und eine gegebene Bildtafel, so wird diese Zeichnung, in richtiger Stellung und Entfernung vor das Auge gebracht, in demselben genau eben solches Bild erzeugen, wie die Gegenstände selbst.

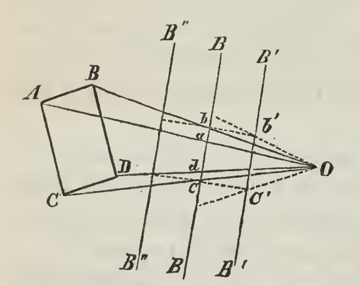

Fig. 122.



Darauf beruht die Täuschung, dafs ein ebenes Bild, richtig construirt, körperlich erscheinen kann. Ein solches in der vorerwähnten Weise entworfenes Bild nennen wir eine perspectivische Zeichnung. Es ist leicht einzusehen, dafs dieselbe unter denselben Bedingungen betrachtet werden mufs, für die sie entworfen worden ist.

Ist *ABCD* (Fig. 123) der Grundrifs eines Hauses, *B* die Bildtafel, *O* der Kreuzungspunkt der Strahlen, *abcd* das Bild der Punkte *ABCD*, so mufs ich das Auge genau in den Kreuzungspunkt *O* bringen, wenn das perspective Bild *abcd* genau denselben Eindruck machen soll wie der Gegenstand.

Fig. 123.



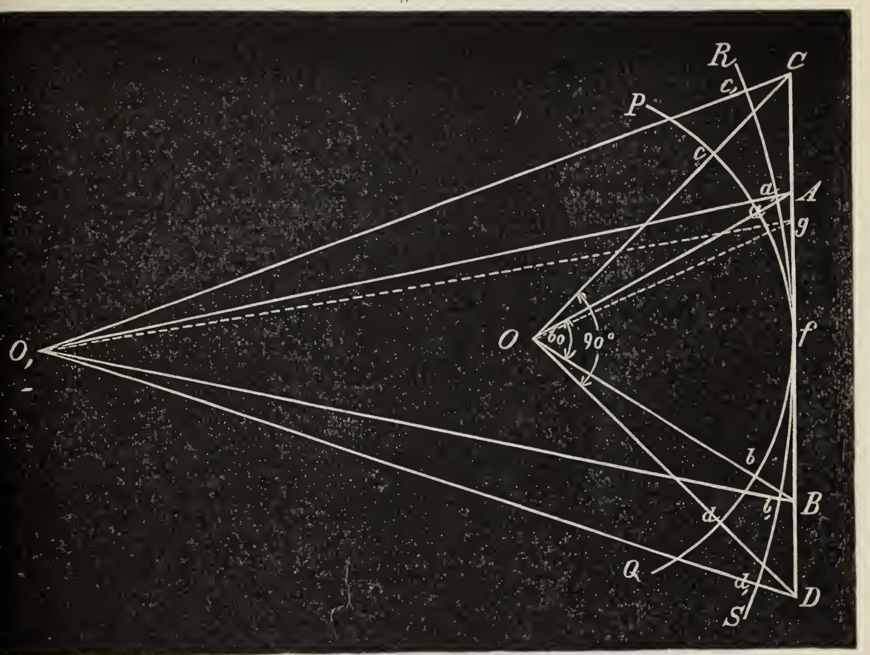
Rücke ich die Bildtafel dem Auge näher, z. B. nach *B′*, so ist leicht ersichtlich, dafs die Strahlen sich im Auge unter ganz anderem Winkel kreuzen werden als die vom Gegenstand *ABCD* ausgehenden, sie können dann auch keinen richtigen Eindruck machen. Dasselbe würde der Fall sein, wenn ich die Bildtafel vom Auge entferne (z. B. nach *B″* hin). Daher mufs jede perspectivische Zeichnung aus dem für ihre Construction zu Grunde gelegten Kreuzungspunkt der Strahlen betrachtet werden, falls sie einen wahren Eindruck machen soll.

Nun ist die Photographie eine perspectivische Zeichnung, deren Augenpunkt im Objectiv liegt, demnach mufs das betrachtende Auge

in dieselbe Entfernung wie das Objectiv gebracht werden (d. i. die Brennweite). Geschieht das nicht, so ist der Eindruck ein unwahrer.

Nun hat man aber Linsen von 4 Zoll Brennweite und weniger; in solcher kurzen Distanz ist es unmöglich eine Zeichnung mit unbewaffnetem Auge anzusehen. Man hält sie mindestens 8 Zoll vom Auge ab, und daher kommt es, dafs die Photographie dann einen unwahren Eindruck macht. Solchem Fall begegnet man sehr häufig mit den Weitwinkellinsen-Aufnahmen.

Fig. 121.

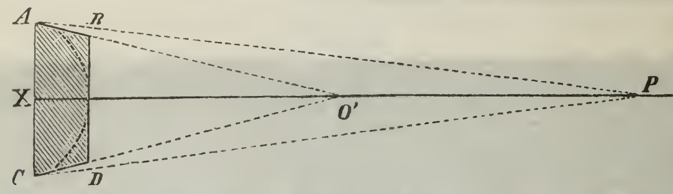


Betrachtet man diese aus zu grofser Entfernung $O'f$, so fällt allgemein die ungemeine Ausdehnung der Randtheile auf. Vordergrund und Seitengrund erscheinen unverhältnifsmäfsig grofs. Rückt man sie aber in die richtige Entfernung Of, die gleich der Brennweite der Linse ist, so schrumpfen die Sehwinkel CAO der zu breiten Randtheile AC, BD wesentlich zusammen, da sie jetzt stark in der Verkürzung gesehen werden (s. o.) und das Bild macht jetzt einen richtigen Eindruck.

Diese Fehler treten bei Bildern, die mit schmalerem Gesichtsfeld aufgenommen werden, nicht so grell hervor. Ist z. B. der Winkel gleich 60°, so spielt es für die Betrachtung keine grofse Rolle, ob wir das Bild aus der einfachen oder doppelten Brennweite ansehen, wie die Betrachtung des kleinen Randstücks Ag eines solchen nur 60°

breiten Gesichtsfeldes von O und O' uns zeigt. Daher kommt es, dafs wir die perspectivische Unwahrheit in Portraitköpfen, die mit Linsen von kurzer Brennweite aufgenommen sind, nicht so stark empfinden, weil das Gesichtsfeld ein noch schmäleres als 60° ist. Hier treten aber andere Abnormitäten auf, auf welche Rücksicht genommen werden mufs. Man nehme einen Pfeiler mit dem Grundrifs $ABCD$ von P aus auf, z. B. mit einer Visitlinse von 7 Zoll Brenn-

Fig. 125.



weite. Man wird alsdann ein Bild erhalten, wo die Seitenflächen AB und CD noch gut sichtbar sind. Jetzt nehme man statt der 7zölligen Linse eine 3½zöllige. Wollte man mit dieser Linse ein Bild erhalten, was ebenso grofs ist wie das erste, so müfste man näher an den Gegenstand herangehen, z. B. nach O'. Von diesem Standpunkt aus sieht man von den Seitenflächen gar nichts mehr. Der ganze Bildcharakter wird dadurch ein anderer. Denkt man sich statt des Pfeilers ein menschliches Gesicht, so ist es klar, dafs die Backen zusammenschrumpfen werden, wenn man sich dem Object nähert, das Gesicht erscheint dann im Verhältnifs zur Höhe zu schmal.

Die Richtigkeit dieser Folgerung beweisen beifolgende Illustrationen. Es sind zwei Aufnahmen eines Apollokopfes *). Vorgestreckte Hände und Füfse existiren in dieser Büste nicht. Die Büste wurde genau senkrecht aufgestellt, der Apparat ebenfalls und wurde die Richtungslinie auf das Sorgfältigste abvisirt. Das eine, Bild I., ist mit einem kleinen Patent-Dallmeyer in 47 Zoll Entfernung, das zweite, Bild II., mit einem Steinheil in 112 Zoll Entfernung aufgenommen.

Der Unterschied springt in die Augen. Die ganze Gestalt erscheint in I. schmaler, schlanker, die Brust beinahe schwächlich; dagegen erscheint dasselbe Modell in II. grofswangiger, untersetzter. Dafs diese Schlankheit keineswegs Augentäuschung ist, geht am allerbesten aus Messungen hervor **).

Die Entfernungen zwischen dem Auge und dem durch Kreuz markirten Brustpunkte sind an beiden Köpfen genau gleich. Die gröfste Brustbreite (mit Zurechnung der beiden Armstumpfe) beträgt aber bei I. 56 Millimeter, bei II. 59 Millimeter.

Ganz abgesehen von diesem handgreiflichen Unterschiede, treten

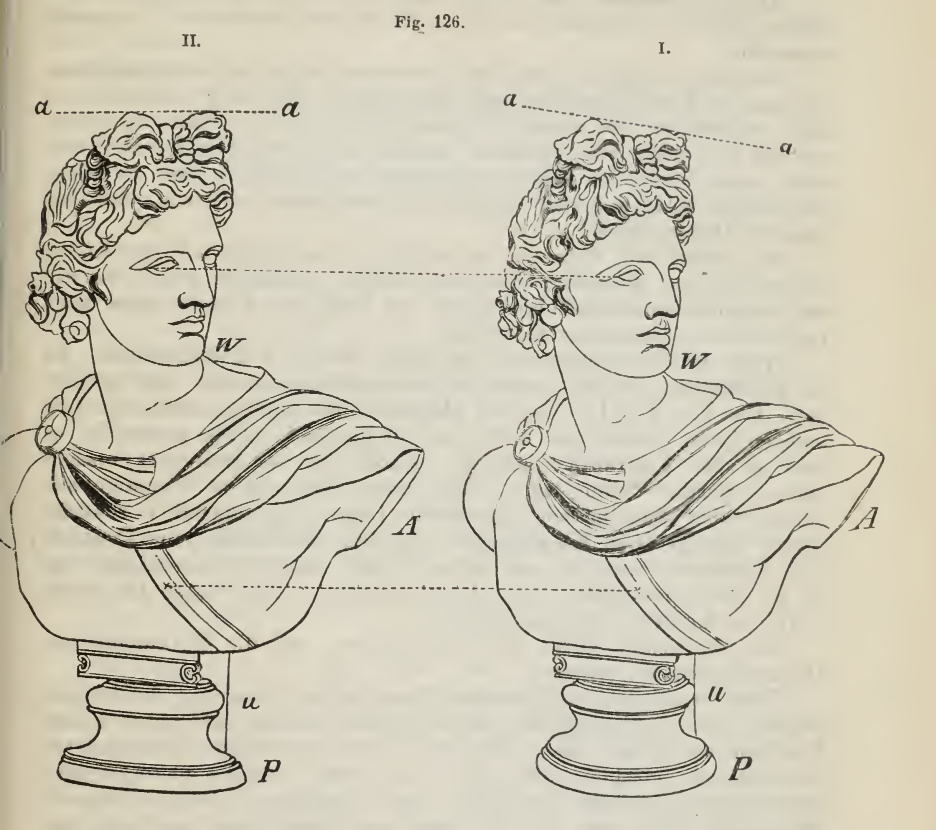
---

*) Beide wurden, um der treuen Wiedergabe sicher zu sein, photoxylographisch auf Holz übertragen. Die Reproduction macht freilich nicht den effectvollen Eindruck des Originals. Sie ist jedoch dem aufmerksamen Beschauer genügend verständlich.

**) In der Originalphotographie, wo die beiden Büsten sich von einem schwarzen Hintergrunde abheben, tritt diese Differenz noch viel greller hervor.

jedoch im Charakter der beiden Köpfe für den aufmerksamen Beobachter auffällige Differenzen auf. Man lege eine Linie *aa* an die Tolle der Figur. Diese steht bei II. horizontal, bei I. fällt sie links.

Fig. 126.



Man sehe ferner das Postament *P* an. Die Ringe desselben bilden bei I. stark geneigte, bei II. nur ganz flache Ellipsen.

Man betrachte ferner den Armstumpf *A A*. In I. sieht man von der Seitenfläche desselben fast gar nichts, in II. tritt diese sehr deutlich hervor. Ebenso sieht man deutlich, dafs das Rückenpostament bei *u* in II. weiter hervortritt, als in I. Der Kopf steckt bei II. mehr zwischen den Schultern (man sehe den Halswinkel bei *W*), bei I. hebt er sich mehr heraus; die ganze Gestalt scheint daher in I. den Kopf mehr in die Höhe zu recken. Bei II. erscheint der Kopf beinahe etwas nach vorn geneigt. Und doch stand die Figur unbeweglich, die angewendeten Linsen waren frei von Verzeichnung, die Sehrichtung und Höhe war bei beiden genau dieselbe, nichts war verschieden als die Distanz.

Verfasser hat neben diesen beiden Köpfen noch zwei andere unter genau gleichen Verhältnissen in 60 bis 80 Zoll Entfernung gemacht, und legt man die so gewonnenen vier Köpfe neben einander, so sieht man, wie mit wachsender Entfernung die Gestalt dicker, voller,

gedrungener wird, wie die Tolle sich mehr und mehr senkt, die Ellipsen des Postaments flacher und flacher werden, die Brust an Breite zunimmt und die Armstumpfe heraustreten.

Diese Differenzen treten sogar auf, wenn man bei Aufnahme desselben Kopfes in verschiedener Entfernung denselben Apparat anwendet.

Verfasser nahm den Apollokopf mit einer Dallmeyer-Stereoskoplinse in 5 und 10 Fufs Entfernung auf. Das letztere Bild wird natürlich nur halb so grofs als das erstere. Unterschiede in der Zeichnung waren bei der Kleinheit nicht merkbar, wurden aber augenblicklich sichtbar, wenn man die kleinen Bildchen vergröfserte, und traten dann zwischen den beiden Bildern genau dieselben Unterschiede auf, wie oben bei unseren Illustrationen.

So sehen wir also bei verschiedener Distanz merklich verschiedene Ansichten desselben Objects entstehen, gerade so wie ein verschiedener Lichteinfall einem und demselben Portrait einen ganz verschiedenen Charakter aufdrückt.

Viele werden einwenden, das seien alles nur Kleinigkeiten. Es sei gleichgültig, ob der Apollo ein wenig dicker aussehe oder schlanker. Für den Apollo mag es Manchem gleichgültig erscheinen (die meisten Leute wissen gar nicht, wie er aussieht); ganz anders ist es aber in der Portraitphotographie, sobald es des Bestellers höchsteigene werthe Person gilt. Für diese ihre eigene Physiognomie haben selbst künstlerisch ungebildete Leute ein entsetzlich scharfes Auge. Die gröfsten Kleinigkeiten, ein Zug, eine Falte, eine Contour, eine Haarlocke werden hier kritisirt; und solche Unterschiede, die sie an den Apollobildern gar nicht bemerken, fallen ihnen bei ihrem eigenen Conterfei nur zu sehr auf.

Es ist deshalb Sache des Photographen, auf die Wirkungen der Distanz genau zu achten.

Dem mechanisch arbeitenden Photographen mag das freilich unbequem sein, der intelligente und strebsame Künstler wird aber daraus Vortheile zu ziehen wissen. Er wird eine hagere Person nicht dadurch noch hagerer machen, dafs er sie in kurzer Distanz photographirt, ebensowenig eine dicke noch dicker durch Aufnahme in weiter Distanz. Namentlich gilt dieses bei Aufnahme von Brustbildern und noch viel mehr von grofsen Köpfen, wo man sich einerseits in sehr nahen Distanzen bewegt, andererseits aber die Körperbreite fast der Höhe der Figur (soweit sie im Bilde sichtbar ist) gleichkommt.

Bei stehenden Bildern in ganzer Figur, wo die Breite der letzteren nur ein kleiner Bruchtheil der Länge ist, treten diese Distanzfehler nicht so augenfällig hervor.

Nun wird vielleicht Mancher wissen wollen, welche Distanz ist die beste? welche giebt das richtigste Bild?

Das richtet sich nach der Individualität, könnten wir sagen und auf das eben erwähnte Beispiel von der dicken und dünnen Person hinweisen, für welches sehr verschiedene Distanzen mafsgebend sind. Im Allgemeinen empfehlen die Maler für Zeichnung eines Objectes eine Distanz, die mindestens gleich ist der doppelten Länge desselben; für einen 5 Fufs hohen Menschen demnach circa 10 Fufs Abstand, für ein Brustbild (halbe Körperlänge) circa 5 Fufs.

Der Maler hat jedoch hier gröfsere Freiheit, er kann zufügen, weglassen und ändern, was er will. Sein Führer ist sein Kunst-

gefühl. Dieses setzen wir auch beim Photographen als nothwendig voraus. Die Optiker haben ihn mit Instrumenten verschiedener Brennweite bedacht, um in verschiedener Entfernung gleich grofse Bilder desselben Objectes machen zu können. Ein wohl ausgerüsteter Portraitphotograph wird deshalb verschiedene Instrumente zur Disposition haben müssen *).

Jedes ist gut, wenn es am richtigen Orte angewendet wird.

Und damit beantwortet sich die Frage: Welche Portraitapparate liefern das richtigste Bild, namentlich wenn das damit gefertigte Negativ zur Vergröfserung dienen soll?

Aus dem vorstehenden Capitel ist klar, dafs selbst ein ganz richtig zeichnendes Objectiv in verschiedener Distanz verschiedene Bilder giebt. Ich erhalte ein ganz anderes Bild, wenn ich mit einem und demselben Objectiv in 5 Fufs oder in 10 Fufs Entfernung ein Brustbild aufnehme. Bei kleinem Format fällt das nicht sehr auf. Vergröfsere ich aber ein Bild auf Lebensgröfse, so treten diese Differenzen ganz augenfällig für Jeden auf.

Nehmen wir an, das lebensgrofse Bild sei 5 Fufs hoch, so würde es nach der oben gegebenen akademischen Regel zur Betrachtung einen Standpunkt von 10 Fufs Entfernung erfordern.

Wenn aber das so hergestellte Bild in dieser Entfernung einen lebenswahren Eindruck machen soll, so mufs auch das zur Herstellung dieser Vergröfserung gebrauchte Negativ in dieser Entfernung aufgenommen sein (gleichviel mit welchem Objectiv, wenn dieses nur richtig und scharf zeichnet). Ist es bei kürzerer Entfernung gemacht, so erscheint das lebensgrofse Bild unter den gegebenen Voraussetzungen sichtlich unwahr.

Diese Verhältnisse richten sich aber nach der Natur der Gegenstandes.

Nehmen wir als Beispiel einen kunstvoll geschnitzten Pocal. Man pflegt solch einen Gegenstand beim Trinken und auch beim Betrachten in die Hand zu nehmen, d. h. ihn in verhältnifsmäfsig sehr naher Distanz (circa 2 Fufs) zu sehen. Ein wahres Bild eines solchen Pocals wird man nur erhalten, wenn man bei der photographischen Aufnahme eine ebenso kurze Distanz wählt, und die Richtigkeit dieser Angabe tritt sehr augenfällig hervor, wenn man ein von solchem Pocal in grofser Distanz aufgenommenes Bild vergröfsert. Die Unwahrheit der letzteren zeigt sich sofort bei der Vergleichung mit dem Original, namentlich wenn dieses eine grofse Breitenausdehnung im Verhältnifs zur Länge hat. (Siehe oben S. 384.)

Anders als erhabene Körper verhalten sich Höhlungen.

Ist $ABCD$ (Fig. 127) das Innere eines Kastens, so sehen wir die Seitenwand AB von P aus viel mehr in der Verkürzung als von O' und N aus, sie wird demnach unter gleichen Verhältnissen von nah und fern auf-

---

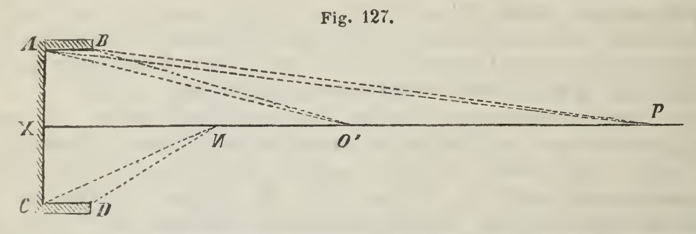
*) Für Aufnahme der jetzt so beliebten grofsen Köpfe in Visitformat z. B. stehen demselben drei Nummern von genügender Lichtstärke (und auf diese kommt es sehr an) zur Disposition, beispielweise:

1	Portraitkopf von circa	24	Linien und	4	Zoll Brennweite	in circa	5	Fufs	Distanz,
1	- - -	30	- -	7	- -	- -	7	-	-
1	- - -	36	- -	12	- -	- -	11	-	-

Für die Mehrzahl der Fälle mag der mittlere genügen.

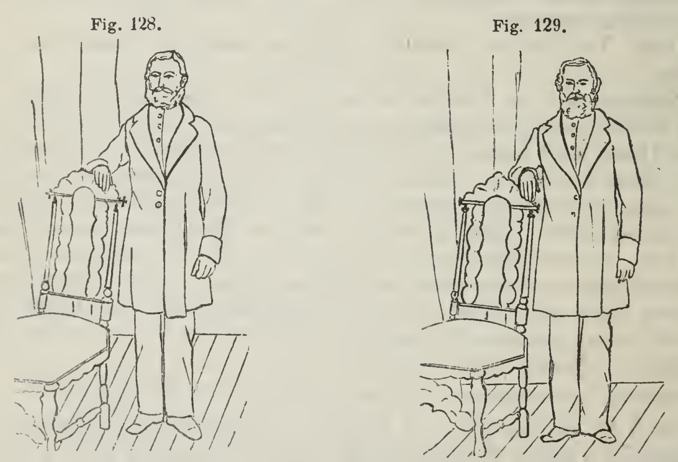
genommen, im ersten Falle im Verhältnifs zur Höhe breiter erscheinen. Dieses Verhältnifs tritt z. B. bei einer perspectivischen Strafsenansicht ein. Bei kurzer Distanz, also bei Aufnahme mit einem Weitwinkel-Instrument, erscheinen die nahen Theile ungewöhnlich breit. Gleiches tritt ein, wenn wir uns unter AC den Rumpf, unter CD den

Fig. 127.



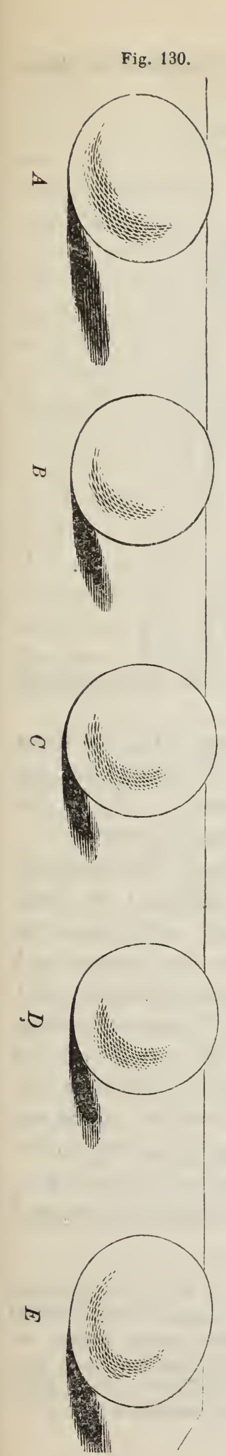
Schoofs oder die Füfse einer sitzenden Person denken. Der Schoofs erscheint alsdann im Verhältnifs zum Rumpf viel breiter. Ebenso ist es, wenn CD die nach vorn gekehrten Füfse einer stehenden Person sind; diese erscheinen länger von N' aus. Man denke sich endlich unter CD den Teppich oder Fufsboden, dieser wird breiter, d. h. höher ansteigend von N' aus erscheinen. Nimmt man daher von zwei verschiedenen Standpunkten P und N' mit zwei Linsen ungleicher Brennweite dieselbe Person auf, so dafs die Höhe des Körpers in beiden Bildern dieselbe bleibt, so werden bei Aufnahmen in kurzer

Fig. 128. Fig. 129.



Distanz vorspringende Theile (Schoofs, Hände, Füfse) zu breit, zurückgehende, wie Wangen, zu schmal erscheinen, der Fufsboden oder Stuhlsessel zu stark ansteigen (Fig. 128). (Im Vergleich dazu sehe man Bild Fig. 129, welches in weiter Distanz gemacht ist.) Denkt man sich unter AB (Fig. 127) den Grundrifs einer Hausfront, oder eines Fensters, so gewinnt dasselbe in Bildern gleicher Höhe, von P und O' aufgenommen, von O' aus an Breite. Daher erscheinen bei

Fig. 130.



breitem Gesichtsfelde und kurzer Distanz Vordergrund, Fenster und Thüren in ähnlicher Lage zu breit und daher gedrückt, wie es viele Pantoskopaufnahmen zeigen. Daher kommt es, dafs die Distanz des Apparats und die Breite des Gesichtsfeldes solche bedeutende Rolle bei der Aufnahme spielt und das Bild uns daher mehr oder weniger wahr erscheint. Wie unter solchen Umständen bei strenger Richtigkeit der Perspective ganz abnorme Constructionsfiguren sich ergeben können, zeigt beistehende Kugelaufnahme. Kugeln erscheinen uns immer kreisförmig; liegen sie aber am Rand des Gesichtsfeldes, d. h. schneiden die Strahlen die Bildfläche unter sehr schiefem Winkel, so wird ihre perspectivische Figur bei strenger mathematischer Richtigkeit eine Ellipse (s. S. 388).

Nun wird man solche Constructionsfigur nie für wahr halten können, das Auge ist gewöhnt, eine Kugel als Kreis zu sehen, mag sie liegen, wo sie will, und man kann es dem Maler durchaus nicht verdenken, wenn er sie abweichend von den Regeln der Perspective stets als Kreis zeichnet. Der Photograph kann das leider nicht. Er mufs sich an die Figur halten, die sein nach mathematischen Principien construirtes Instrument ihm liefert.

Verzerrungen wie bei den Kugeln treten schon bei ganz unbedeutendem Gesichtsfeld ein. Die Kugeln *B* und *D* begrenzen ein Gesichtsfeld von nur 35°, die Kugeln *A* und *E* ein Gesichtsfeld von $64\frac{1}{2}$°. Ersterer Winkel ist bei Portraits, namentlich bei Gruppenaufnahmen gar nicht ungewöhnlich, letzterer bei Landschaften und Architekturaufnahmen. Die Randfiguren einer Gruppe werden daher bei kurzer Distanz und breitem Gesichtsfeld leicht zu dick. Man sehe die beiden Figuren 131 und 132, es sind Randfiguren aus zwei Bildern desselben Reliefs in $3\frac{3}{4}$ Fufs und $8\frac{3}{4}$ Fufs Distanz aufgenommen. Der Kopf erscheint in Figur 132 herumgewendet, dick, der linke Fufs auswärts.

Man wähle daher bei Gruppen weite Distanzen und setze dicke Personen nicht an den Rand, oder sorge dafür, dafs sie dem Apparat ein schmales Profil zukehren. Ueberhaupt nehme man nur, wenn die natürlichen Verhält-

nisse es nicht anders gestatten, zu einem grofsen Gesichtsfeld seine Zuflucht.

Fig. 131.

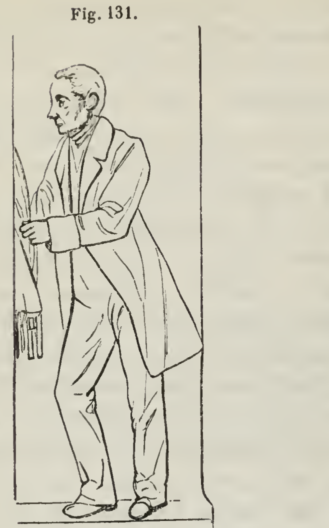


Fig. 132.



Noch auf einen Punkt ist zu achten: auf die Höhe des Apparats und dessen Richtung.

Die normale Lage des Apparats ist die Horizontale, bei dieser liegt der Augenpunkt, d. h. der Punkt, wo die Verlängerung der Sehaxe die Bildebene schneidet, genau im Horizont, d. h. in der Linie, die in weiter Ferne eine Wasserfläche abgrenzen würde.

Diese normale Lage wird aber von praktischen Photographen höchstens bei Architekturaufnahmen eingehalten; geschieht es nicht, so erscheinen die senkrechten Linien der Gebäude nicht senkrecht, sondern schief, nämlich nach oben convergirend, wenn der Apparat nach oben, und nach unten convergirend, wenn er nach unten gerichtet war*).

Solche Bilder erscheinen äufserst unschön. Bei Portraitaufnahmen und bei Aufnahmen rein landschaftlicher Bilder weicht man jedoch von der Horizontal-Stellung sehr oft ab. Der Augenpunkt fällt dann entweder in den Boden oder in den Himmel. Man sieht dann auch genau wie mit dem menschlichen Auge, im ersten Fall mehr vom Boden, im zweiten mehr vom Himmel. Es kann dies unter Umständen von Vortheil sein. Wir haben bei Baumalleen, wo wir einen übertriebenen Vordergrund

*) Die Erklärung ist leicht. Die von einer geraden Linie ausgehenden Strahlen bilden im Kreuzungspunkt eine Ebene und diese schneidet die Bildtafel wieder in einer geraden Linie. Denken wir uns eine Reihe Linien, welche der Bildtafel parallel sind, so schneiden die davon ausgehenden Strahlenebenen nach bekannten stereometrischen Gesetzen die Bildtafel wieder in parallelen Linien. Steht die Bildtafel jedoch schief, so werden die Durchschnittslinien convergend.

meiden und einen tiefen Einblick in das herrlicher Blattgewölbe erhalten wollten, den Apparat nach oben gerichtet. Auch Bedford hat das gethan. Das Zusammenlaufen von Baumstammrichtungen störte dabei unwesentlich. Welchen Einflufs die Neigung des Apparats bei Portraitphotographieen ausübt, ersieht man am auffallendsten aus den Aufnahmen einer Facebüste von demselben Standpunkt aus mit nach unten, nach oben und geradeaus gerichtetem Apparat. Im erstern Fall scheint der Kopf sich nach vorn zu neigen, wie bei einem alten Manne, im zweiten Fall steht er soldatisch senkrecht, im dritten Fall erscheint der Kopf zurückgeworfen, die Augen gen Himmel gerichtet. Der Effect ist noch auffälliger bei antiken Statuen, diese sind meistens für hohe Standpunkte berechnet und gearbeitet. Sie müssen daher mit nach oben gerichtetem Apparat aufgenommen werden. Man stelle den Apparat so, dafs das Objectiv in die Höhe des Fufspunktes der Figur kommt, die Entfernung desselben ungefähr doppelt so grofs ist als die Höhe der Figur, dann richte man den Apparat schief nach oben. Unschärfe kann man hier durch Neigung der matten Scheibe corrigiren. Gleiches gilt für Aufnahme von Statuetten. Für liegende Statuen (Endymyon, Cleopatra, Königin Luise) mufs dagegen der Apparat nach unten geneigt sein.

Von viel bedeutenderer Wirkung ist nun die Höhe des Apparats über dem Boden. In dieser Hinsicht werden zahlreiche Fehler begangen. Die normale Höhe für die Betrachtung ist die Höhe der Augen über dem Fufsboden bei einer stehenden Eigur, d. i. ungefähr $4\frac{3}{4}$ Fufs. Geht man weiter in die Höhe, so sieht man die Gegenstände von oben (Vogelperspective), bückt man sich, so sieht man sie von unten (Froschperspective). Für eine sitzende Figur darf auch der Beobachter als sitzend angenommen werden, d. h. das Auge resp. die Camera, circa 4 Fufs hoch. Man nimmt gewöhnlich den Apparat in Kopfhöhe des Modells für sitzende Figuren und neigt ihn nach vorn, ferner in Brusthöhe und horizontaler Stellung bei stehenden Figuren, und kann im ersten Fall den Kopf des Modells mehr heben, im zweiten Fall mehr senken, um Ober- und Untersichtsfehler auszugleichen.

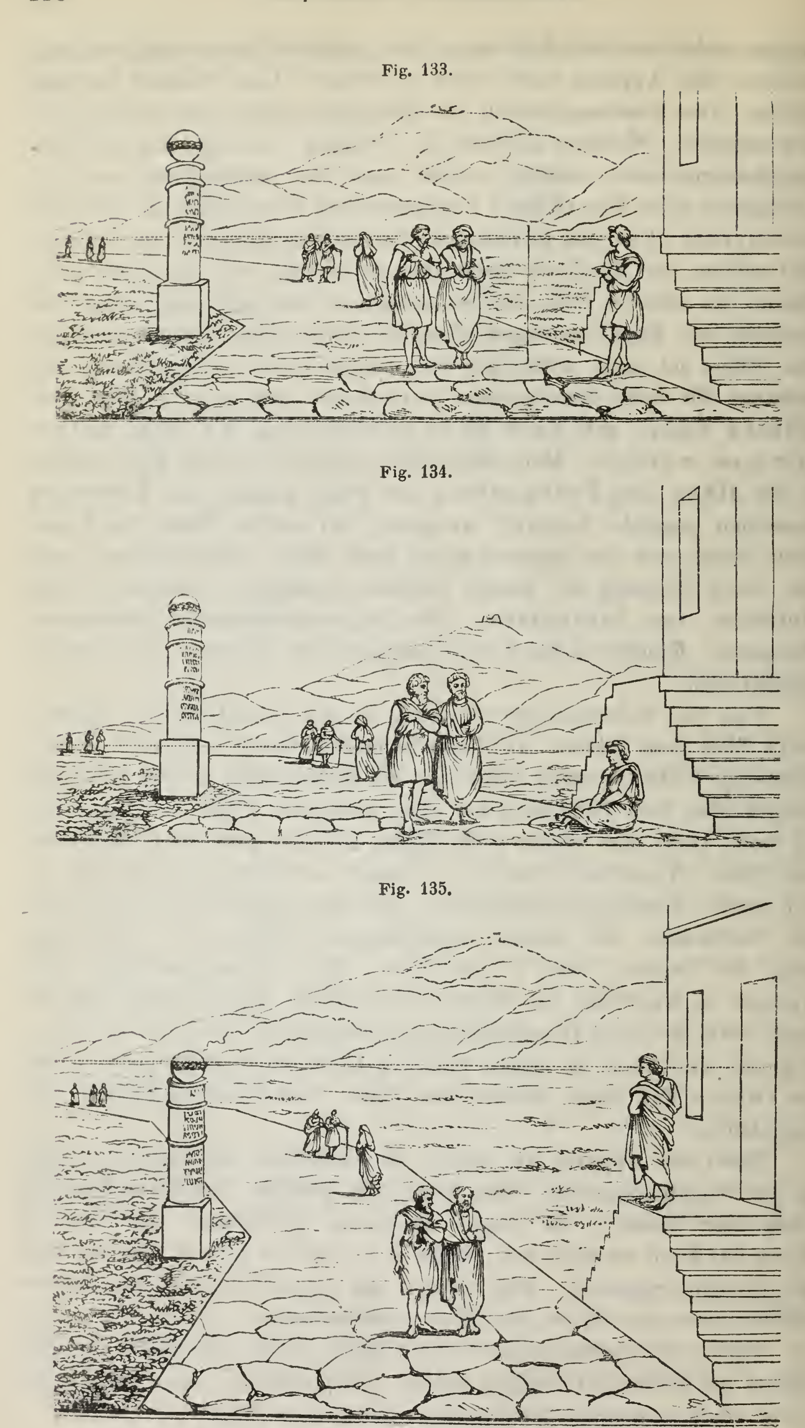
Steht der Apparat zu hoch, so erscheinen die Personen mehr in der Vogelperspective. Man sieht eine gröfsere Partie des Scheitels (resp. der Glatze), die Augen erscheinen gedrückter, der Hals ist durch das Kinn verdeckt etc. Steht er zu tief, so nähert sich das Bild der Froschperspective. Man sieht in die Nasenlöcher, in die Augenhöhlen, unter das Kinn, die Stirn verkürzt sich.

Noch viel einflufsreicher ist die Rolle, welche die Höhe des Apparats bei Landschaftsbildern spielt. Hier erklettert man zur Gewinnung eines passenden Standpunktes Häuser, ja Berge.

Fig. 133.

Fig. 134.

Fig. 135.



Man beachte hierbei, dafs alle parallelen Horizontallinien, die nicht der Bildtafel parallel sind, nach einem Punkt der Horizontes, ihrem Verschwindungspunkt, zusammenlaufen.

Da nun der Horizont in der Höhe des Augenpunkts, d. h. des Apparats liegt, so wird auch der Boden um so mehr ansteigen, je höher der Horizont rückt. Man sehe Fig. 133, 134, 135, wo der Augenpunkt einerseits in normaler Höhe (Mannshöhe), andererseits in Hüfthöhe (Fig. 134), endlich in doppelter Mannshöhe liegt (Fig. 135). Im zweiten Bilde, wo der Horizont am tiefsten liegt, steigen die Strafsenlinien sanft an, die Obertheile bilden dagegen stark geneigte, wie man sagt, stürzende Linien. Man sehe die Ellipsen des Meilensteins in Fig. 133 und 134, ebenso die Fenster- und Treppenmauerlinien. Der Meilenstein ragt in die Wolken.

Gehen wir in die erste Etage (Fig. 135), so steigen die Bodenlinien stärker an, die Fenster- und Gesimslinien erscheinen weniger geneigt. Von solchem hohen Standpunkte aus erscheinen die Gegenstände in der Tiefe, wie in der Vogelperspective. Menschen, Laternen, Bäume sieht man in der Verkürzung, sie erscheinen daher klein und gedrückt. Es macht einen nicht ganz natürlichen Eindruck, über die Gegenstände wie Menschen, Meilensteine, die wir über den Boden hervorragen zu sehen gewöhnt sind, den Boden ansteigen zu sehen oder Linien von Gesimsen, die man sonst nach unten fallen sieht, nach oben laufen zu sehen. Solche hohen Standpunkte sind daher für Strafsenaufnahmen nur dann gerathen, wenn die starke Obersicht anderweitig Vortheil bringt.

Hierzu tritt noch ein Punkt. Die Gesimslinien einer perspectivischen Gebäudeansicht stürzen bei normalem Standpunkt (Kopfhöhe) des Auges um so bedeutender, je höher das Gebäude ist. Wir pflegen daher eine Gebäude, eine Halle für um so höher zu halten, je stärker stürzend diese Linien erscheinen.

Daher kommt es, dafs in den von hohen Standpunkten gemachten Aufnahmen, wo diese Gesimslinien sich der Horizontalen nähern, an sich hohe Gebäude niedrig und gedrückt erscheinen, d. h. ihre grofsartige Wirkung ganz verlieren.

Paul Veronese, der eine Prachthalle malte, wufste diese Wirkung stark stürzender Simslinien wohl zu würdigen, er legte für diese den Augenpunkt absichtlich tiefer als für den Fufsboden, um sie noch steiler zu machen.

Er hat damit freilich den gelehrten Mathematikern vor den Kopf gestofsen, an künstlerischer Wirkung aber entschieden gewonnen. Schliefslich ist ein Bild nicht da, um ein mathematisches Problem zu lösen oder ihm gerecht zu werden.

In engen Strafsen ist die Wahl des Standpunktes freilich oft so

aufserordentlich eingeschränkt, dafs man allem besseren Wollen zum Trotz sich mit dem Unvollkommenen genügen lassen mufs*).

Anordnung.

Man hört oft im Leben den Gemeinplatz: „Malerische Unordnung“ und Manche folgern daraus, dafs jedes bunte Quodlibet von Gegenständen malerisch sei. Wieviel Photographen dieser Ansicht huldigen, wollen wir hier nicht untersuchen. Uns ist einer vorgekommen, der in seine Landschaften zur „Hebung des Bildes“ alles Mögliche hineinschleppt. Er liefs womöglich Holz anfahren, warf Steine und abgebrochene Zacken in den Vordergrund, der Schubkarren zum Transport der Apparate mufste natürlich auch herhalten, um das Bild zu füllen, er wühlte sogar, wenn ihm nichts weiter zur Disposition stand, die Erde im Vordergrunde auf, blos um die Ansicht „malerisch“ zu machen. Noch ärger machte er's bei Portraits. Hier schleppte er Vasen, Fufsbänke, Uhren, Caraffen, Bilderrahmen, Stühle etc. zusammen, so dafs man die Person dazwischen gar nicht mehr herausfand.

Es gehört schon eine vorgeschrittene Kunstbildung dazu, um einsehen zu lernen, dafs unordentlich und malerisch auch nicht entfernt identische Begriffe sind. Es ist allerdings nicht malerisch, wenn die Gegenstände im Bilde steif symmetrisch wie eine mathematische Figur geordnet sind, z. B. die Heiligenbilder der ältesten Malerschulen, inmitten die Gottesmutter, rechts sechs Apostel, links sechs Apostel, aufmarschirt wie Liniensoldaten, und nicht blos symmetrisch in Bezug auf Standpunkt, sondern auch auf Haltung der Hände, Füfse und Köpfe: die linke Seite des Bildes genau das Spiegelbild der rechten. Die Kunst verlangt Freiheit, aber dennoch Ordnung, und diese äufsert sich im Allgemeinen in einem ungezwungenen symmetrischen Arrangement. Der Mensch an sich ist eine symmetrische Figur, d. h. wir können ihn in zwei Hälften theilen, wovon die linke genau das Spiegelbild der rechten ist, z. B. ein Front machender Liniensoldat, der dasteht, die Beine zusammen, die Hände angezogen, den Kopf senkrecht nach vorn gerichtet. Solche Stellung nimmt

---

*) Es giebt Aufnahmen des Treppenhauses im Museum von Berlin mit Weitwinkellinsen. Man sieht auf ihnen das Dachgebälk von unten (in der Froschperspective), die Statuen im Parterre von oben (in der Vogelperspective), doch das Publicum ist zufrieden damit. Dasselbe ist ja glücklich, wenn es in einem Bilde viel, recht viel Gegenstände auf einmal sieht; wie sie aussehen, ist ihm gleichgültig. Aus dieser Sucht, viel, recht viel mit einem Blick zu übersehen, geht wohl die Bergesteigewuth hervor. Man ist entzückt über die Brockenaussicht — die jeglicher Schönheit baar ist, weil man von da oben sehr Vieles, wenn auch nicht viel Schönes, mit einem Male übersehen kann.

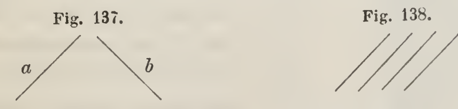
aber ein Mensch nur zwangsweise an und sie erscheint unschön, schon deshalb, weil sie unnatürlich ist. Man betrachte einen freistehenden Menschen (Fig. 136). Selten pflegt er auf beiden Beinen zu stehen wie ein Soldat, sondern er ruht meist auf einem, dem Standbein, und läfst das andere spielen, daher nennt man es das Spielbein. Er läfst ebenso wenig beide Arme schlaff herunterhängen, sondern hält sie in verschiedener Lage, und nicht selten hat er Kopf und Rumpf in verschiedener Richtung gewendet und daher erscheint er dann selbst in dem (an sich bewegungslosen) Bilde bewegungsfähig, d. h. belebt, während der symmetrische Liniensoldat uns steif und starr erscheint, schon in Natur und noch schrecklicher im Bilde.

Fig. 136.



Lessing nach Rietschel.

Als Beispiel einer zwangslosen symmetrischen Anordnung diene nachfolgende sitzende Figur (S. 422 Fig. 139). Dem linken Saum des Rocks steht (fast zu streng symmetrisch) der rechte gegenüber, dem linken Ueberzieherkragen entspricht (in abweichendem Faltenwurf) der rechte. Der von links aufsteigenden Linie des einen Arms entspricht die von rechts aufsteigende des andern. Beide gipfeln im Kopf, der sich jedoch gleich den Füfsen von dem symmetrischen Arrangement unabhängig darstellt.



Wir machten eben auf die Symmetrie der Linien aufmerksam; einer nach links fallenden Linie *a* entspricht eine nach rechts

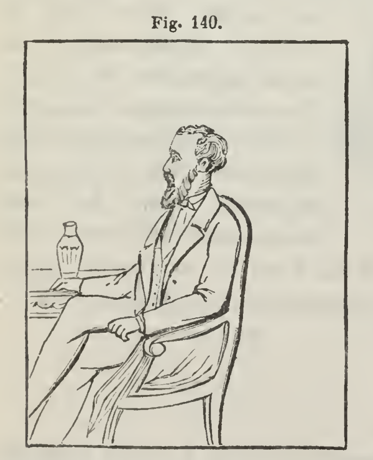
fallende *b* (Fig. 137), solche Linien stützen sich gleichsam gegenseitig, sie halten sich das Gleichgewicht. Besteht das Bild aus lauter schiefen parallelen Linien (Fig. 138), so ist dieses Gleichgewicht nicht erfüllt, und diesen Mangel fühlt der Beschauer sofort, wenn er sich auch des Grundes nicht bewufst ist. Man sehe das nachfolgende Bild (Fig. 140).

Fig. 139.



In dem Bilde laufen eine Menge Hauptlinien fast in derselben Richtung (Menschenbeine, Stuhlbeine, Oberarm, Rockkragen, Lehne), ohne dafs eine einzige symmetrisch entgegengesetzt laufende Linie vorhanden wäre; rechts ist leerer Raum, während links eine Vase und Tisch den Raum verengen und das Auge von der Hauptsache ablenken. Dafs die monotonen und ohne Noth parallelen Linien in der Figur unschwer hätten vermieden werden können, ist leicht einzusehen. Man bilde sich aber etwa nicht ein, dafs durchaus alle parallel laufenden Linien an der Figur aus dem Bilde heraus müssen; man lasse davon stehen, was organisch nothwendig ist, man vermehre aber die vorhandenen nicht unnöthiger Weise, wie es der Autor obigen Bildes gethan hat, indem er beide Arme, beide Beine, Stuhlbeine und Lehne obenein in derselben Richtung laufen liefs.

Fig. 140.



Nun zum Schlufs ein Profil-Bildchen nach einer Skizze von Paton (Fig. 141). Wie schön ist hier das Gleichgewicht eingehalten; die nach links fallenden Linien des Gewandes finden ihren symmetrischen Gegensatz in den nach rechts fallenden Linien der Arme. Der Strauch zur Rechten findet seinen

Gegensatz in den beiden Bäumen zur Linken, ein paar Gegenstände rechts im Vordergrunde schliefsen sich mit der Figur ungezwungen zusammen. Das Bischen Gestrüpp und der Hut unten rechts sind gar nicht ohne Bedeutung, sie bilden gleichsam die Fortsetzung der nach rechts fallenden Linien der Arme. Man decke erstere durch ein Stück Papier zu und sofort fehlt der Figur der Halt. Streckte die Kleine ihr (untergeschlagenes) Füfschen nach rechts aus, so würden sie nicht nöthig sein.

Fig. 141.



Wir haben an diesen Beispielen gezeigt, in welcher Weise man der freien Symmetrie oder, wie man ebenso gut sagt, dem künstlerischen Gleichgewicht gerecht werden kann. Hier steht es dem Künstler frei, Requisiten, Draperieen zu Hülfe zu nehmen. Ein Stück nach rechts fallender Draperie, z. B. über die Stuhllehne der Figur 140 gehängt, würde dort der pyramidalen Anordnung gerecht werden. Ein beliebtes und recht wohlfeiles Hülfsmittel, welches freilich dort die parallelen Arme und Beine nicht wegschaffen, sondern nur den leeren Raum füllen würde. Je weniger der Künstler solcher Sachen bedarf, desto besser ist er daran. Dafs sie nicht unbedingt nothwendig sind, lehrt das Portrait (Fig. 139) nach einem Bilde des rühmlichst bekannten C. von Jagemann in Wien trotz des unvollkommnen Holzschnitts. Es zeigt die symmetrische Anordnung bei aller Freiheit der Bewegung, ohne Zuhülfenahme von Draperieen und Requisiten. Bei allen Arrangements ist aber eins zu beachten: Es mufs ungezwungen sein. Sobald man dem Bilde anmerkt, dafs der Künstler mühsam Kleider und Falten zurechtgezupft, Draperieen und Möbel zusammengeschleppt hat, um dem Gleichgewicht der Linien gerecht zu werden, sobald die Glieder und Stoffe gar mit Gewalt in eine Lage hineingequetscht worden sind, die sie von Natur nie hätten annehmen können, so erscheint das Arrangement nur künstlich, nicht künstlerisch.

Das Portrait (Fig. 139) sowohl als die Skizze von Paton (Fig. 141) zeigen eine auf breitester Basis ruhende Gestalt, die nach oben hin sich verjüngt, gleich einer Pyramide. Diese pyramidale Anordnung findet man in zahllosen Kunstwerken wieder. Warum sagt diese unserem Gefühl am meisten zu? weil die Pyramide von allen Körpern den festesten Stand hat. Und

festen Stand verlangen wir von jeder Figur à tout prix, namentlich in der Photographie. Hierauf ist vor allem zu achten bei stehenden Figuren, die sich der pyramidalen Form weniger leicht fügen, daher desto leichter in Gefahr sind, im Bilde unsicher, haltlos zu scheinen.

Diese pyramidale Anordnung findet man in der Kunst nicht nur für einzelne Figuren, sondern noch viel bedeutungsvoller für Gruppen angewendet. Wir geben hier eine Gruppe von Bendemann. Wir sehen eine pyramidale Anordnung in der ganzen Gruppe und diese grofse Pyramide löst sich wieder in mehrere kleine auf, so z. B. rechts die Mutter mit ihrem Kinde, in der Mitte der schenkende Knabe,

Fig. 142.

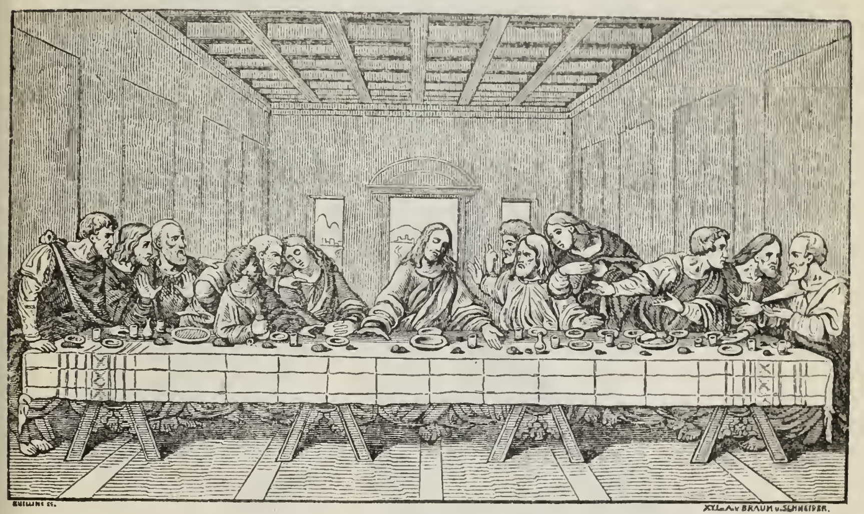


der mit Kanne und Wasserstrahl sich in pyramidalem Umrifs zusammenfügt, so dafs die rechts fallenden Linien einen Gegensatz zu den nach links fallenden bilden. Gleichen Umrifs zeigt der Flötenspieler. Wie man sieht, dienen auch hier zuweilen Nebendinge (wie Geschirr) zur Vollendung des pyramidalen Aufbaues. Je weniger man aber solche künstliche Mittel nöthig hat, desto besser ist es. Schrecklich werden solche Nebendinge, wenn sie zur Krönung der Pyramide verwendet werden. Ich sah Jemand bei zwei sitzenden Figuren dadurch die pyramidale Anordnung herstellen, dafs er hinter sie eine sich allerdings über ihre Köpfe pyramidal verjüngende Trittleiter setzte.

In der That machen zwei Figuren dem Photographen bei dem

Arrangement oft Schwierigkeiten, und auch der bildende Künstler kommt zuweilen schwer darüber hinaus. Man betrachte die Schiller-Göthe-Gruppe von Rietschel oder Luther-Melanchton von Schadow. Noch gröfsere Schwierigkeiten macht eine Vielheit von Personen. Soviel beachte man: die pyramidale Gruppirung mufs ungezwungen erscheinen; sie darf nie zur Schablone, zum spanischen Stiefel werden,

Fig. 143.



Abendmahl nach Lionardo da Vinci.

in welchen mit Gewalt jeglicher Gegenstand eingeschnürt wird. Es giebt Gegenstände, die sich als Gruppe einer pyramidalen Anordnung geradezu widersetzen. Als Beispiel wählen wir hier Lionardo's Abendmahl. Es würde schwer möglich sein, die dreizehn Personen sitzend an der Tafel so zu ordnen, dafs die Gruppe sich pyramidal verjüngt. Hier ist eine horizontale Anordnung nicht zu umgehen, wenn man nicht den Tisch in der Verkürzung zeichnen wollte; sie liegt in der Natur der Sache. Das Bild zeigt aber, in welcher Weise der Künstler eine Vielheit von Personen übersichtlich macht. Er verfährt wie der Naturforscher. Letzterer theilt behufs der Uebersichtlichkeit die Unzahl der Gegenstände in Gattungen und Arten ein, gleichsam in kleinere Gruppen. Ebenso läfst der Künstler die dreizehn Personen in zwei Hauptgruppen zerfallen, sechs Jünger zur Rechten, sechs zur Linken; jede der beiden Gruppen zerfällt wieder in zwei Abtheilungen. Sämmtliche Abtheilungen aber stehen in harmonischem Zusammenhang, jede ordnet sich dem Gedanken des Bildes unter. In vollendetster und ungezwungenster Weise gehorcht das Arrangement dem Gesetze der Symmetrie.

Es giebt auch mustergültige Kunstwerke, in welchen der pyramidale Aufbau wohl möglich und dennoch absichtlich nicht beachtet ist. Man sehe Thorwaldsen's prachtvolles Relief, die Nacht. Mit zwei schlummernden Kindern (Schlaf und Tod) schwebt die mohnbekränzte Frauengestalt zur Erde nieder. Nur mit Zwang wird man hier eine pyramidale Anordnung herauserkennen. Die pyramidale Form wäre aber hier überflüssig, ja unmotivirt, denn diese Gestalt verlangt keine Stabilität, wie sie im Wesen der Pyramide begründet ist, sie steht ja nicht, sie schwebt.

Fig. 144.



Die Nacht von Thorwaldsen.

Wir haben hier zum Theil Kunstwerke höchsten Ranges als Beispiele gewählt, deren Gegenstände dem Gebiete des Erhabenen angehören. Sie mögen als Muster dienen zur Erkenntnifs der Kunstregeln. Inwieweit letztere anwendbar sind für Gegenstände, die dem wirklichen Leben entnommen sind, mögen hier einige Beispiele, Mieris und seine Frau beim Frühstück (Fig. 145) und eine musikalische Unterhaltung nach Terburg (Fig. 146), ferner ein Liebespärchen nach Metzu (Fig. 151) zeigen.

Hat der Photograph eine gröfsere Personenzahl zu stellen, so wird er die horizontale und pyramidale Anordnung leicht vereinigen

Fig. 145.



Mieris und seine Frau.

Fig. 146.



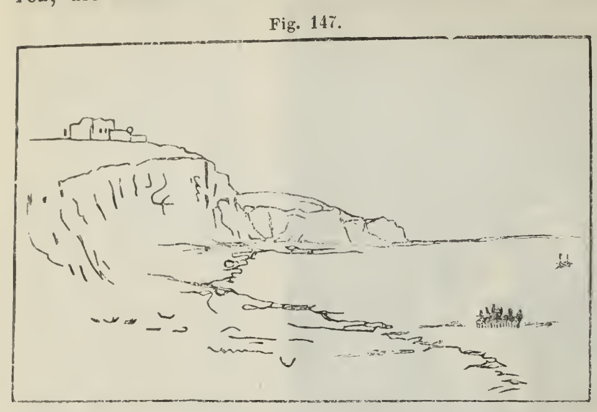
Musikalische Unterhaltung nach Terburg.

können. Er theilt die Vielheit, wie auf Lionardo's Bild, in Einzelgruppen (die jedoch nicht auseinanderfallen dürfen), und sucht in jeder einzelnen der pyramidalen Anordnung gerecht zu werden. Es wird ihm zwar schwer gelingen, in dieser Weise ein Kunstwerk zu schaffen, die Menschen sind gar zu unbildsam und ungelenkig, er wird aber doch ein gefälligeres Gruppenbild erzeugen, als durch das blofse steife Nebeneinanderstellen der Gestalten.

Freier ist die Anordnung in Landschaften. Schon oben in der Patonskizze (Fig. 141) sahen wir, wie der Strauch rechts seinen symmetrischen Gegensatz in zwei Bäumen links findet. In gleicher Weise mufs oft das absichtlich durch ein Schiff oder ein Boot belebte Meer den massigen Felsen das Gleichgewicht halten (Fig. 147). Ebenso glücklich werden hier Wolken zur Herstellung des Gleichgewichts bei Seestücken benutzt. Staffage spielt eine grofse Rolle. Oft

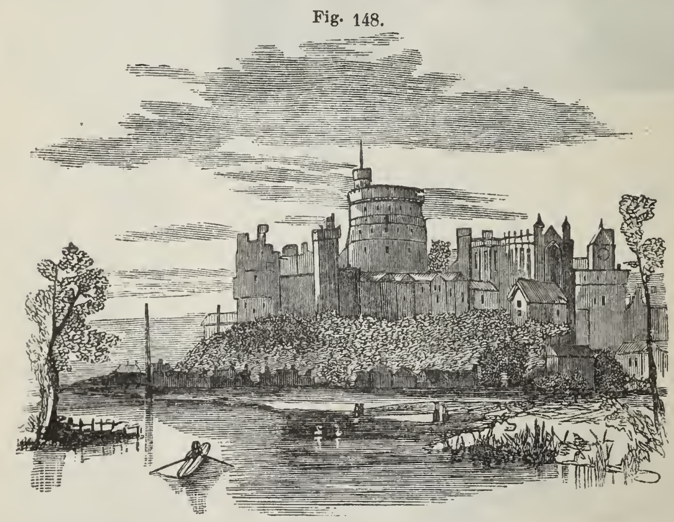
helfen hier ganz einfache Sachen. Man sehe die nachfolgenden Figuren, die wir Robinson verdanken (Fig. 148 und 149).

Fig. 147.



Die beiden Holzschnitte stellen einen und denselben Gegenstand vor und stimmen mit einander vollkommen überein, bis auf die schwarzen Stellen — das Boot im Strome und die Bank mit dem Baum — welche in dem einen fehlen. Indem man beide vergleicht, wird man sofort fühlen, welchen Werth die kleinen dunkelschwarzen Punkte in der untersten Spitze des Winkels haben, welcher von den Perspectivlinien des Schlosses und dem Flusse gebildet wird. In dem zweiten Bilde, wo das Boot und die Bank weggelassen sind, scheint dem Schlosse der Boden unter den Füſsen zu fehlen.

Fig. 148.



Den Linien, welche nach einem entfernten Punkte hinlaufen, scheint es an einer Vereinigung und Regulirung zu fehlen; die Ferne tritt in den Vordergrund herein und die einzelnen Theile stehen nicht im richtigen Verhältniſs zu einander. In Fig. 148, wo die schwarzen Punkte vorhanden sind, nimmt jeder Theil seine richtige Stelle ein, und man empfindet ein Gefühl der Vollständigkeit, welches Fig. 149 abgeht.

Wir rathen hier dem lernbegierigen Leser zum eifrigen Studium die hervorragendsten Landschaftsbilder unserer groſsen Meister — Claude-

Lorrain, Schirmer, Lessing, Hildebrandt — an, in allen wird er interessante Beispiele für das Gesagte wiederfinden.

Fig. 149.



Umrisse und Linien.

Vor Erfindung der Photographie waren als billige Portraits die sogenannten Silhouetten sehr beliebt. Diese enthielten nichts als den Umrifs der Gestalt, am meisten im Profil, alles Uebrige war leer (wie der Staatsschatz des französischen Ministers Silhouette, von dem die Bilder ihren Namen haben); trotz dieser Leere gefielen diese Bilder, und welche bedeutende Wirkung sich damit erzielen läfst, zeigen am sprechendsten die neuen Silhouetten von Konewka, der in diesem Felde Entzückendes geleistet hat, so dafs man des Mangels an Ausfüllung des Raumes bei seinen Figuren gar nicht inne wird. Aus diesem Umstande geht klar hervor, welche wichtige Rolle der Umrifs der Figur in einem Bilde spielt. Dieser Einflufs macht sich überall geltend, nicht blos in der leeren Silhouette, sondern in jedem Bilde, sogar in der Körperwelt, der Plastik.

Jeder denkende Künstler, der einen Gegenstand aufnehmen will, pflegt zunächst den Umrifs desselben zu studiren. Er läfst das Auge an den Umrifslinien entlang gleiten, er sucht zugleich das Schöne in deren Bewegungen, er folgt den Abwechselungen der schwächeren und stärkeren, längeren und kürzeren Aus- und Einbiegungen und der schwungvollen Verbindung derselben. Man studire z. B. die Umrisse der Figuren der Rafaelischen Madonna Aldobrandini (Fig. 150), einer der herrlichsten Jugendarbeiten des grofsen Ur-

Fig. 150.



Madonna Aldobrandini von Rafael.

biners. Man lege neben dieses irgend ein ähnlich arrangirtes, nach photographischen Begriffen wohlgelungenes Kinderbild und man wird den ungeheuren Abstand herausfühlen,

Es sind aber nicht allein die Umrifslinien, welche im Bilde mitsprechen, sondern die sämmtlichen Contouren überhaupt, seien sie gebildet in den Gliedern, Säumen, Falten, Geräthen, Gardinen etc. etc. Wir haben schon oben (Fig. 140) darauf aufmerksam gemacht, wie unangenehm parallele Linien wirken, ebenso rechtwinkelige Gliederstellungen, Kreuzungen (Sägebockbeine) und Knitterfalten. In jedem künstlerisch schönen Bilde existirt eine wunderbare Art von Linienharmonie, der auch eine Photographie theilweise gerecht werden kann. Man betrachte das Bild nach Jagemann (Fig. 139). Die Kante des innern Rockes schwingt sich von der rechten Hand nach oben, setzt sich in der Linie des Halses fort, diese schwingt sich im Umrifs des Gesichts und der Stirn auf der andern Seite nach unten, um in der Kante desselben Rocks zu verlaufen. Ebenso elegant setzt sich die mit dem kleinen Finger der buchhaltenden Hand beginnende Umrifslinie in der Contour des Ueberrocks fort, steigt hinauf zum Halse, um auf der andern Seite wieder abwärts zu steigen und in dem leise gekrümmten Zeigefinger der linken Hand zu endigen, und fast freiwillig folgt das Auge der Richtung dieses Fingers und setzt die geschwungene Linie fort, um in der Buchkante und dem Daumen und der inneren Rockcontour wieder aufwärts zu steigen. Man erkennt hieraus, wie mehrere Umrifslinien ungekünstelt zu einer Hauptlinie zusammenfliefsen und selbst das Haar dem Schwunge der Linien folgt.

Fig. 151.



Ein Liebespärchen von Metzu.

Wir machen hier noch aufmerksam auf die Genrebilder von Terburg (Fig. 146), Metzu (Fig. 151) und Mieris (Fig. 145). In Fig. 146 z. B. sehen wir die Umrifslinie des Rocks der Dame sich in den Falten des Tischtuches fortsetzen, zur Ecke hin aufsteigen, in

den rechten Arm des Ritters übergehen, über dessen Kopf in den Umrifs der Hintergrundgestalt sich fortsetzen und an dieser allmählich auf die Dame zurückführen. Die hintere Figur des Terzetts würde freilich in dem vorliegenden Holzschnitt für sich allein nicht einwandfrei erscheinen. Es ist ein Fehler, wenn sich weder Arm noch Bein im Umrifs löst, und wenn der Kopf zwischen den Schultern steckt; solche Figur erscheint schlecht profilirt, es müfste denn die Handlung die Stellung motiviren. Freilich kann aber auch beim Suchen nach einer lebhaften Profilirung des Guten zu viel geschehen und an der Stelle, wo durch eine möglichst einfache Profilirung Ruhe und Ernst auszusprechen wäre, durch ihre zu grofse Lebendigkeit der Linien die Wirkung verfehlt werden. Hier braucht man nun nicht weit zu suchen. Es giebt Tausende von Portraitphotographieen, in welchen im Gegensatz zu dem ruhigen Ernst eines alten Mannes die Umrifslinien im unschönen Zickzack hin- und herlaufen. Ziemlich glücklich erscheint in seinem Umrifs das Jagemann'sche Bild (Fig. 139), nur eines wirkt störend, der hinter dem linken Arm hervorguckende Sessel und die zu stark eingezogenen schwächlichen Schultern. Die belebten Umrisse entsprechen hier vielleicht dem Charakter des Dargestellten; sie würden aber z. B. für eine ältere Person schlecht passen. Etwas lebhaftere Profilirung möchte man aber dem weiblichen Theil des Metzuschen Liebespärchens (Fig. 151) wünschen, obgleich dagegen eingewendet werden kann, dafs die Schöne sich den Liebkosungen gegenüber spröde verhält und die ruhigen Umrifslinien vollkommen zu ihrer gleichgültigen Stimmung passen.

Es ist schwer, die Schönheit der Linien Jemandem klar zu machen. Es ist Gefühlssache. Wir können hier nur aufmerksam machen auf Meisterwerke ersten Ranges der Malerei und Bildnerkunst, z. B. auf die Umrisse und Linien in der Madonna Rafaels (Fig. 150). Es ist in diesen wunderbar weich geschwungenen hingehauchten Contouren eine so entzückende Harmonie, dafs alles schaal und matt dagegen erscheint, was die Photographie jemals „gestellt" hat. An solchen Werken mag der Kunstjünger sein Liniengefühl bilden.

Auch in den Landschaften spielen die Umrisse und Linien eine bedeutende Rolle. Schon der Naturfreund gewöhnlichen Ranges unterscheidet zwischen eleganten und plumpen Umrissen an Bergen und Bäumen. In architektonischen Bildern streben viele parallele Linien einem Verschwindungspunkt zu; sie führen den Blick in weite Ferne, und auch ohne solche Architekturlinien wird man in gut componirten Landschaften eine gewisse Harmonie in der Führung der Linien herausfühlen, wie sie z. B. in der geschwungenen Linie des in weiter Ferne sich verlierenden Strandes und den Umrissen der Berge (Fig. 147), die alle das Auge nach derselben Ferne führen, sich ausspricht. Es fehlen die Wolken in jener Skizze. Wollte ein Künstler sie einlegen, er müfste ihre Umrisse und Linien mit den vorhergenannten in Harmonie setzen. Man sehe das Schlofs Windsor (Fig. 148 und 149).

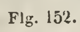
Die nach rechts niedersteigende Linie der linken Wolkencontour bildet hier einen Contrast gegen die nach links fallenden Umrisse der Architekturansicht.

Gewänder und Draperieen.

Unser Klima nöthigt uns zum Schutz gegen Wind und Wetter eine wärmende Umhüllung, Kleider anzulegen, deren Form einerseits nach dem Geschlecht, der Nationalität, dem Alter sehr verschieden, aufserdem mit dem persönlichen Geschmack, der Mode aufserordentlich wechselnd ist.

Im Allgemeinen bestehen die modernen Kleider aus zusammengenähten oder geknöpften sackartigen Stücken — Aermel, Hosen, Weste, Rock, ganz im Gegensatz zu den Trachten des Alterthums, die aus einfachen Stücken Zeug bestanden, welche malerisch umgeworfen den Körper verhüllten. Jetzt verräth sich der Elegant durch den dem neusten Modejournal entsprechenden Schnitt seiner Kleider; zur Zeit der Blüthe Griechenlands suchte man seine Eleganz in der Art, sich schön zu drapiren. Perikles war berühmt durch die Art, seinen Mantel zu tragen.

Wir finden das antike Gewand in zahllosen antiken Statuen wieder, und überall, selbst bei völliger Verhüllung, schimmern gleichsam die Formen des Körpers hindurch; Gestalt und Bewegung der bedeckten Glieder ist im Gewand erkennbar. Dieses im Alterthum überall festgehaltene Princip findet man auch in modernen Kunstwerken der ersten Meister wieder, und wo es nicht beachtet ist, da wird das Kunstwerk selbst den Laien unbefriedigt lassen. Unser Gefühl verlangt Motivirung. Warum ist hier eine Vertiefung im Gewande? weil darunter die Lücke zwischen Arm und Körper sich findet. Warum ist dort ein Höcker im Gewand? weil sich das Knie dort befindet.


Fig. 152.



Man sehe beispielsweise die an und für sich wundervolle Maria von H. v. Eyck (Fig. 152), in welcher das Gewand nicht die geringste Andeutung von Fufs, Schenkel, Knie enthält und man (wenigstens aus dem Holzschnitt) nicht erkennt, ob die Gestalt steht oder kniet. Niemand wird solche Gewandung schön finden.

Klarer schimmern die Formen des Körpers durch die Gewandung der Madonna des Fra Bartolommeo (Fig. 153). Man erkennt unschwer, dafs

das eine Bein kniet, das andere aufgestützt ist. Die Lage des Knies ist ganz deutlich markirt, ja man beobachtet selbst die Lage des Hackens beim linken Fuſse. Aehnliches läſst sich am Arm bemerken. Wie streng moderne Künstler dieses genaue Correspondiren des Ge-

Fig. 153.



wandes mit der Körperform beachten, erhellt aus der Technik der Bildhauer, die zunächst eine Figur nackt modelliren, dann erst das Gewand umlegen. Freilich machen manche modernen Trachten die Anschmiegung des Gewandes an die Körperformen zur völligen Unmöglichkeit, z. B. die Crinolinröcke.

Hier muſs sich der Künstler in die bestehenden Mode-Verhältnisse fügen. Sehr verkehrt wäre es, einer modernen Dame, die nicht Schauspielerin ist, die Crinoline herunternöthigen zu wollen, um durch passende Draperie der Unterkleidung die Stellungen der Beine, Knieen etc. zu markiren.

Bei der Anordnung der Gewänder und Draperieen, soweit die Mode nicht Schranken auferlegt, beachte man, daſs Gelenke

von Schulter, Ellenbogen, Hüfte, Knie, Fufs erkennbar bleiben, ebenso aber auch die breiten Flächen: Brust, Schenkel etc. Auf letzteren nehmen sich Gewandvertiefungen sehr unschön aus, während dieselben sehr geeignet sind, Höhlungen, wie zwischen Arm und Körper resp. zwischen den Beinen (siehe Figur 153) zu markiren.

Welche bedeutende Rolle das Gewand in dem mehr oder weniger eleganten Flufs der Linien spielt, geht aus den oben gegebenen Beispielen hervor, und gar zu gern pflegen daher die Künstler mit Rücksicht auf die sackartige unbildsame Form unserer modernen Kleider ein Stück Zeug oder Mantel zu Hülfe nehmen, um die Figur malerisch zu drapiren, und je steifer die Buchse ist, welche die Mode oder der Dienst (Uniform) dem Modell aufnöthigt, desto entschuldbarer erscheint der Künstler, der zu solchen immerhin künstlichen Mitteln seine Zuflucht nimmt. So findet man bei Rauch's Soldaten gewöhnlich den Mantel (Blücher, Scharnhorst, Gneisenau), dessen fliefsende Falten zu den steifen Linien der Uniform angenehm contrastiren und die Bewegung der Gestalt vortrefflich markiren. Photographen nehmen noch lieber ihre Zuflucht zu solchen Hülfsmitteln und namentlich ist es der Bildhauer Adam Salomon, der hier vielleicht zu weit geht und den Herrschaften Draperieen aufnöthigt, von denen die moderne Tracht nichts weifs. Glücklicher Weise geben hier Mantel, Havelock (auch Plaid bei Studenten) oft willkommene Hülfsmittel an die Hand und noch mehr Vortheil gewährt die Damenmode durch Beduinen, Shawltücher, Schleier, nur dürfen solche Dinge nicht solchen Leuten angepafst werden, denen solche Sachen absolut fremd sind, oder die vielleicht gar dagegen protestiren.

Die Photographie hat nicht die Aufgabe, Bewegungen darzustellen, ihre Aufgabe besteht in der Darstellung ruhiger Posen, dadurch geht ihr ein wichtiges Hülfsmittel zur Markirung der Körperformen verloren, wie es Künstler in den fliegenden Gewändern besitzen. Man glaube jedoch nicht, dafs dieselben ihre Gewänder nach Belieben frei herumflattern lassen dürfen, die Bewegung derselben mufs ebenfalls motivirt sein, d. h. aus natürlichen Verhältnissen erklärt werden können. Es ist z. B. der Luftwiderstand beim Fluge, der das Gewand bei der Thorwaldsen'schen Nacht (Fig. 144) nöthigt, sich dem Körper anzuschmiegen, wodurch die Formen desselben auf das Schönste markirt werden. Solche Motivirung verlangt man auch bei ruhigen Posen.

Byron nach Thorwaldsen (Fig. 154) hatte seinen Mantel über die Schulter geworfen, so dafs er den rechten Theil des Körpers ganz verhüllte; er senkte dann die Hand aufs Knie und dadurch motiviren sich die straff gezogenen, von der Schulter kommenden Falten und die Vertiefung zwischen Arm und Schenkel, die die Körperformen deutlich erkennen lassen.

Nicht selten hilft man hier auf etwas künstliche Weise nach, indem man das Gewand absichtlich in die Vertiefungen zwischen Armen und Körper oder zwischen den Beinen hineinstopft, um diese zu markiren; Letzteres mufs mit sehr grofser Vorsicht geschehen, wenn es künstlerisch schön und nicht gewaltsam künstlich erscheinen soll.

Eine bedeutende Rolle bei der Drapirung spielt der Stoff des Gewandes. Appretirtes Leinen giebt unangenehm steife knitterige Falten, schwierig fügt sich auch die immer noch harte Seite, besser Baumwolle, am weichsten und harmonischsten fliefsen Wollenstoffe. Eine ebenso bedeutende Rolle als ihre Form und Faltelung spielt aber bei dem Photographen der Glanz und die Farbe und die Dicke der Gewänder. Für Maler sind die Farben und Glanzlichter willkommene Objecte, um ihre Virtuosität zu zeigen; den Photographen bringen sie oft genug durch ihre Widerspenstigkeit zur Verzweiflung, indem ihre Farbe sich unwirksam oder zu wirksam erweist und der Glanz störende weifse Flecke erzeugt. Salomon thut hier nicht so unrecht, wenn er, ausgehend von dem Princip, dafs der Kopf am hellsten sein müsse, helle Kleider, gegen die der Kopf dunkel erscheinen würde, durch Draperieen zudeckt. Salomon bedient sich mit Vorliebe der Sammetdraperieen, d. h. nicht des schwarzen ächten Sammets, der zu dunkel zeichnet, sondern des violetten bräunlichen (auch rothen) Sammetmanchesters. Dieser ordnet sich in weichen gerundeten Falten, auf deren Erhöhung das Licht in mildem Scheine spielt. Ein Stück dunkler Tüll oder Schleier, Gaze oder Kantentuch verrichten hier zur Dämpfung heller Kleider ebenfalls gute Dienste und haben den Vortheil, durchsichtig zu sein, so dafs das darunter liegende Kleid immer noch sichtbar bleibt, während eine dunkle Draperie es ganz zudeckt.

Bei frei fliefsenden Gewändern und Draperieen achte man darauf, dafs die glatt liegenden Theile, die Flächen, ebenso wie die erhöhten und vertieften, die Falten, ruhig fliefsen und nicht durch zahllose Knittern gestört sind, die sich nicht selten durch den Gebrauch oder durch Zusammenlegen und Eindrücken in die Wäschschublade bilden. Wir sahen ein Bild der Jachmann als Iphigenia, in welchem das klassische Gewand trefflich geordnet war und welches dennoch durch die zahllosen sich durchkreuzenden Knittern auf den Gewandflächen äufserst unruhig wirkte. Der Künstler (Maler, Bildhauer) läfst solche Nebendinge weg und hat ein Recht dazu.

Die Falten setzen sich gewöhnlich nicht geradlinig fort, sondern erscheinen an den Umbiegungen des Körpers oder beim Aufstauchen auf den Boden gebrochen. Diese Brüche sind sehr verschiedener Natur: bald scharf eckig, bald mehr gerundet, bald flacher, bald tiefer. Im Zickzack hin- und herlaufende scharfe Brüche erscheinen unruhig und unschön (Fig. 152). Ebenso mannichfaltig erscheint der Saum der Gewandung. Meistentheils verläuft derselbe bei

unseren modernen Costümen in monotone langweilige Linien, wie z. B. der Saum unserer Röcke, die unten fast architektonisch steif und horizontal abgeschnitten sind.

Noch schrecklicher erscheint der Frack mit seinem unmotivirten rechtwinkligen Auschnitt zu beiden Seiten.

Fig. 154.



Byron nach Thorwaldsen.

Aber auch bei mehr drapirenden Gewändern wird dem Saum nur wenig Beachtung geschenkt; die Künstler sind oft zufrieden, ein paar malerische Faltenwürfe hergestellt zu haben, und achten gar nicht auf die Linien des Randes. Welche Rolle diese spielen, lehrt ein Blick auf den Saum des Gewandes von Thorwaldsens Nacht (Fig. 144), der an den Füfsen belebt, in den obern Partien mannichfaltig geschwungen erscheint und so zu einem reizenden Spiel der Linien Ver-

anlassung giebt. Wenn solche Belebungen des Saumes auch nur ausnahmsweise bei ruhigen Figuren möglich sind und namentlich bei modernen Costümen Schwierigkeiten machen, so lehrt doch ein Blick auf die Genrebilder von Mieris, Terburg (Fig. 145, 146), dafs man bei aller Einfachheit doch Monotonie und Steifheit vermeiden kann. Der lebendig geschwungene Saum von Byrons Mantel (Fig. 154) bildet einen sehr wirksamen Gegensatz zu den etwas monotonen Linien der Falten und des modernen Costümes.

Eine ganz besondere Sorte von Falten, die dem Photographen viele Schwierigkeiten machen, sind die sogenannten Gewohnheitsfalten. Durch längeres Tragen bilden sich in den Arm- und Kniegelenken Ein- und Ausbiegungen des Gewandes, die auch beim Stehen sichtbar bleiben. So offenbaren sich Kniee und Ellenbogen durch charakteristische Beulen in der Gewandung, die selbst durch Ziehen und Zupfen nicht verschwinden und die namentlich störend wirken, wenn sie hinauf- oder herabrutschen und als Höcker, als Schenkel oder als Schienbein hervortreten. Man achte darauf und suche diese Gewohnheitsfalten durch Ordnen der Toilette dahin zu bringen, wohin sie gehören, d. h. nach Knie und Ellenbogen, dort sind sie motivirt und stören nicht. Anders ist es, wenn absichtlich durch die Verkehrung solcher Gewohnheitsfalten eine komische Wirkung beabsichtigt ist, wie auf zahlreichen Genrebildern, in denen man sie absichtlich betont. Wie moderne Costüme malerisch zu behandeln sind, das lehren uns die Portraitbilder und Statuen unserer modernen Meister. Man studire dieselben, wo man nur kann. Man achte auf Umrifslinien, Flächen, Falten, Brüche und Säume. Nur dadurch wird man seinen Blick für solche Sachen schärfen.

Eine ähnliche Behandlung als die Draperie verträgt auch das Haar, d. h. nicht jene aus Chignons und andern Ungestalten aufgethürmten Wasserköpfe, sondern das frei fliefsende. Wir brechen nicht über jede künstliche Locke den Stab. Mitunter bilden solche ein sehr dankbares Object beim malerischen Arrangement. Das strähnig herunterhängende Haar erscheint gleich einem durch Falten unbelebten Stück Zeug. Schon die alten Bildhauer belebten es durch Wellenlinien. Herrlich wirkt es, wenn es in edlen, schön geschwungenen Linien den Kopf umwallt, auf die Schultern herabfällt und hier harmonisch in den Linien der Gewanduug weiterfliefst. In schönster Harmonie mit dem Haar kann ein Hut mit wallender Feder oder Schleier verwendet werden. Die Portraitisten aller Zeiten haben davon Vortheil zu ziehen gewufst.

Noch könnten wir hier sprechen über die Gewandung in der Landschaft. Man scherze nicht, denn was ist das Laubgewand der Bäume anders als eine schöne Naturdraperie? nur legt sie der Baum im Sommer an, die Menschen eher im Winter.

Auch hier verlangt das ästhetische Gefühl, dafs das Skelett der Bäume, die Aeste, in den Formen der Gewandung merkbar hervortreten. Auch hier müssen die Erhöhungen und Vertiefungen in der Form der Aestung motivirt sein, und hierin liegt der Unterschied zwischen schönen und unschönen Bäumen. In ersteren erkennt man im Umrifs des Laubes ihren innern Bau, auch wenn die Aestung nicht sichtbar sein sollte, wunderbar heraus.

Ueber Stellung und Standpunkt.

a) Das Arrangement von menschlichen Figuren.

Wir haben oben in dem Capitel Anordnung bereits betont, dafs bei einer freistehenden menschlichen Figur vor allem der Schwerpunkt gehalten werden mufs. Nun geht bei einer auf einem Fufse stehenden Figur die Linie des Schwerpunktes gewöhnlich von der Halsgrube senkrecht auf den (innern) Fufsknöchel des Standfufses. Fällt sie aufserhalb desselben, so ist die Figur nicht genügend unterstützt und bedarf zum festen Stand einer Anlehnung. Eine Stellung auf zwei Füfsen wird der Künstler selbst bei einem Militair nur ungern wählen. (Man sehe die zahlreichen Schadow'schen und Rauch'schen Portraitstatuen von Soldaten.) Wenn aber ein Körper auf einem Beine ruht (z. B. Fig. 136 S. 421), das andere spielen läfst, so tritt die Hüfte auf der Standbeinseite vor und steht höher als die andere. Ebenso bemerkt man leicht, dafs die Schulter über dem Standbein etwas tiefer steht als die andere. Die Hüftenlinie und Schulterlinie erscheinen daher nicht mehr parallel. Die Künstler achten beim Malen wohl darauf, Photographen sollten es noch vielmehr thun. Es giebt Personen, die eine Schulter tiefer tragen als die andere, in Folge schlechter Haltung. Solche Personen lasse man lieber nicht aufdem Fufse stehen, welcher auf der hängenden Achselseite liegt. Der natürliche Fehler wird dann noch übertriebener erscheinen. — Der Kopf erscheint lebendiger, wenn er eine andere Richtung hat als die Brust. Die Augen folgen dem Kopf, z. B. ist dieser nach rechts gewendet, so mögen auch die Augen nach rechts blicken, falls sie nicht geradeaus sehen. In keinem Falle dürfen sie bei einem ruhigen Ausdruck eine entgegengesetzte Bewegung machen, z. B. Kopf nach rechts, Augen nach links gewendet. Durch ganz geringe Drehungen oder Verrückungen des Kopfes einerseits, des Apparates andererseits, kann der Umrifs der Linien, namentlich des Kopfes, eine total andere werden. Die Wendung des Kopfes bleibt gewöhnlich dem Photographen überlassen und am liebsten läfst er ihn nach der Schattenseite blicken. Künstler pflegen dagegen oft den Kopf beim Portrait nach der Seite der höher stehenden Schulter hin wenden zu lassen.

Das freie Bein, das Spielbein, ist in der Wahl seiner Stellung nicht beschränkt. Es kann vortreten und zurücktreten. Wohl aber

richtet sich nach der Lage des Beines die Lage des entgegengesetzten Armes. Beim Gehen merkt man, wie das linke Bein mit dem rechten Arm in der Bewegung correspondirt. Es heben sich der rechte Arm und der linke Fuſs gleichzeitig und umgekehrt, um immer das Gleichgewicht innezuhalten. Ebenso ist es künstlerisch gerechtfertigt zur Vermeidung von Parallelen, daſs der linke Arm und der rechte Fuſs entgegengesetzte Bewegungen haben.

Fig. 155.

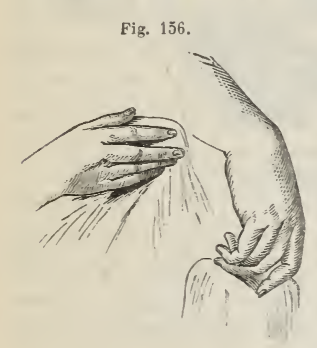


Pharisäer und Levit nach Rustici.

Geht der Oberschenkel des Spielbeins vor, der Unterschenkel zurück, so läſst man gern auf der andern Seite den Oberarm zurück, den Unterarm wieder vorgehen (s. beifolg. Figur des Leviten). Ebenso läſst man zur Vermeidung paralleler Bewegungen den einen Arm emporheben, wenn der andere hängt (s. beifolg. Figur des Pharisäers, ferner Fig. 136). Kurz, die bei den Bewegungen (Gehen) sich aussprechenden natürlichen Constraste zwischen beiden Beinen und Armen läſst man auch bei ruhigen Figuren noch heraussehen und gerade dadurch erreicht der Künstler, daſs sie gleichsam belebt erscheinen. Künstler achten

hierbei auf das Kleinste, selbst auf die Position der Glieder. Sie werden bei einem ausgestreckten Arme der Hand eine etwas andere Richtung geben als dem Arm selbst, und auf die Hand selbst verwenden sie die peinlichste Sorgfalt. Nach dem Kopf ist die Hand der ausdrucksvollste und interessanteste Theil des menschlichen Körpers. Freilich sind schöne Hände selten, sehr selten, und daher wird ein Photograph nur zu häufig genöthigt sein, sie möglichst wenig zu betonen. Noch häfslicher erscheinen aber die Hände durch ihre ungraziöse Haltung. Man betrachte die Hände in den Portraits unserer ersten Maler und Bildhauer. Jeder Finger der unbeschäftigten Hand ist darin selbstständig und unterscheidet sich in seiner Bewegung von seinem Nachbarfinger, während sie in vielen photographischen Portraits oft wie zusammengeklebt nebeneinander liegen (siehe die Figur einer haltenden und gestützten Hand [Fig. 156], ferner die Hände in dem Portrait Byrons (S. 437). Dafs der Zeigefinger unter den längeren Fingern eine dominirende Rolle spielt, wird man ebenfalls unschwer bei unsern Meisterwerken erkennen.

Fig. 156.



Freilich wird es dem Photographen schwer werden, den Leuten die Finger auseinanderzureifsen.

Ein einfaches Mittel, steifen Fingern eine etwas belebte Lage zu geben, besteht darin, dafs man den Leuten eine Papierrolle in die Hand giebt. Die Finger legen sich um diese, ähnlich der Lage der linken Hand des Pharisäers (Fig. 155). Zieht man dann die Rolle leise heraus, oder läfst sie fallen, so bleiben die Finger in einer leidlich graziösen Haltung. Natürlich mufs man hier auf die Individualität Rücksicht nehmen. Es wäre lächerlich, die schwieligen Hände eines Dienstmannes oder einer Waschfrau so zurichten zu wollen. Die Lage der greifenden und fassenden Hand ist natürlich durch den gegriffenen Gegenstand bedingt. Man fafst einen leichten Gegenstand, z. B. ein Buch, mehr spielend (Fig. 154), einen schweren (z. B. eine Lanze) kräftig, aber auch hierbei greift der Zeigefinger nicht so fest zu als die andern. Ein leichtes Buch so fest zu packen wie eine schwere Waffe, erscheint komisch; eine Waffe aber so graziös anzufassen wie ein Spielzeug, erscheint schwächlich. Alles, was hier von stehenden Figuren gesagt ist, findet, ausgenommen die Natur der Unterstützung, auch bei sitzenden seine Anwendung. Hier werden beide Beine zu Spielbeinen, es existirt wegen der Unthätigkeit von Armen und Beinen eine gröfsere Freiheit der Bewegung, also auch der Anordnung. Man vermeide vor Allem parallele Stellungen beider Arme, resp.

beider Beine, wovon Fig. 140 ein so abschreckendes Beispiel giebt. Man sehe dagegen die Lage der Arme und Füſse in der Agrippina (Fig. 157). In der Kunst wird man nicht selten hier zu Abweichungen von dieser Regel genöthigt sein, sobald durch lebhafte Bewegungen körperliche und geistige Erregungen dargestellt werden sollen.

Fig. 157.



Agrippina (antik).

Mit solchen Darstellungen hat aber die Photographie nichts zu thun, sie beschäftigt sich mit Darstellung ruhiger Objecte.

Noch machen wir aber aufmerksam auf die Unterschiede des Alters und Geschlechtes. Kinder und Weiber sind anders construirt wie Männer, sie stehen und gehen anders, Stand- und Spielbein z. B. kennt das Kind nur im entwickelten Zustande, es steht sonst mit beiden Beinen fest auf. Der männliche Körper ist härter, sehniger, magerer; bei Kindern und Weibern sind die Weichtheile stärker entwickelt. Man betrachte eine Kinderhand, die wie ein Polster aussieht. Die groſse Ausdehnung des Kinderkopfes ist bekannt. Das Oval des männlichen Kopfes ist unten breiter wie das weibliche, das Auge steht bei Frauen ein wenig tiefer, ebenso das Ohr; die Nase ist ein wenig kürzer, der Mund etwas kleiner. Natürlich finden sich in dieser Durchschnittsregel zahllose Abweichungen, je nach der Race, Individualität, Lebensart, Ausbildung durch Gymnastik etc. Man stelle eine Frau, die sich durch schwere Handarbeit ihr Brod verdienen muſs, neben eine hochgeborne nichtsthuende Dame. Es giebt nicht zwei Individuen, welche gleich wären, und der Photograph weiſs das am besten. Er versuche einmal irgend eine hübsche Stellung, die ihm

bei einem Modell geglückt ist, genau ebenso mit einer zweiten Figur zu wiederholen. Es geht nicht, und wird trotz aller Mühe stets etwas anders, und wenn sich die beiden äufserlich noch so ähnlich sehen sollten. Daher ist es, genau genommen, vom Uebel, Stellungsrecepte geben zu wollen. Wir haben wiederholt das Jagemann'sche Bild (Fig. 139) oben angeführt. Wir finden auf diesem Bilde die Brust gegen die Schenkel nach links gewendet, dadurch wird Lebhaftigkeit erreicht. Noch mehr wird diese gesteigert durch die Drehung des dem Xylographen etwas steif gerathenen Kopfes, der noch weiter gegen die Brust nach links gewendet ist. Die ganze Gestalt bekommt dadurch fast eine zu hoch getriebene Lebendigkeit, die jedoch vielleicht in diesem Falle dem Charakter des Originals entspricht. Es wäre aber sehr thöricht, wenn man einer andern ruhigeren Person eine gleich bewegte Stellung geben wollte. Hier sind geringere Contraste vorzuziehen. Wenn ein steif knochiger Alter seine beiden Schenkel parallel stellt, so entspricht das nur seinem Naturell; auch würde bei ihm eine ruhige Kopfwendung zu wählen sein.

Was für das Arrangement einzelner Figuren gilt, ist auch bei Gruppen zu beachten, die ja aus einem Complex einzelner Figuren bestehen. Nun tritt aber hier zu dem Arrangement jeder Einzelfigur noch der Zusammenhang, der künstlerisch hergestellt werden mufs, der Aufbau des Ganzen. Je mehr Personen hier in Mitleidenschaft treten, desto schwieriger wird die Aufgabe und hierzu tritt noch der bedenkliche Umstand, dafs neben den künstlerischen Bedingungen auch noch die optischen erfüllt werden müssen, so dafs alle Figuren genügend scharf auf der matten Scheibe und ohne Verzerrungen erscheinen. Letzteres nöthigt zu einer kreisförmigen Anordnung, die concave Seite dem Objectiv zugekehrt. Alsdann erscheinen die Randfiguren scharf, indem das Bild jetzt eben wird. Wie stark der Kreis nach einwärts gekrümmt sein mufs, hängt ganz von der Natur des Objectivs ab, welches bald mehr, bald weniger gewölbte Bilder liefert (siehe I. Theil S. 170). Wie man Gruppen künstlerisch eintheilt, haben wir oben erörtert.

Man verlangt nun bei allen Bildern ohne Ansnahme Klarheit im Arrangement.

Wenn bei Gruppenbildern die Hände auf den einzelnen Schultern herumliegen (wie bei sehr beliebten Studentenbildern) und man nicht sieht, wem diese Gliedmafsen eigentlich angehören; wenn ebenso Beine in einer arrangirten Gruppe in wildem Knäuel durcheinandergrabbeln, so ist die Anordnung unklar. Ebensolche Unklarheiten kommen auch häufig bei einzelnen Figuren vor; wenn z. B. die Draperie von einer Hand emporgenommen ist und dadurch charakteristische Falten entstehen, diese haltende Hand aber selbst im Bilde nicht zu sehen ist, so ist die Darstel-

lung unklar. Unklar ist es ferner, wenn ausdrucksvolle Theile verdeckt sind. Man rügt es als einen Mangel der Kifs'schen Amazonengruppe, dafs man die drei Köpfe der Amazone, des Pferdes und des Panthers von keiner Seite zugleich sehen kann. Ebenso ist es ein Fehler, ein Glied zu verdecken, welches eine charakteristische Thätigkeit entwickelt. Wir kennen Bilder einer sein sollenden Briefschreiberin, worin die schreibende Hand durch ein albernes überflüssiges Buch ganz verdeckt ist. Ebenso ist es unverantwortlich, wenn das Standbein, welches der Figur Halt giebt, durch ganz nebensächliche, unwichtige Dinge ganz verdeckt oder unterbrochen ist, das stört sogar bei todten Sachen, bei einem tragenden Tischfufs, einer Säule. Daraus folgt jedoch keineswegs, dafs von allen Figuren die Beine partout sichtbar sein müssen. Man sehe die figurenreichen Bilder von Rafael, z. B. die Schule von Athen. Hier liegt das Decken der zurückstehenden, weniger wichtigen Figuren durch vorstehende bedeutendere in der Natur der Sache.

b) Arrangement bei Landschaften und Architekturen.

Bei Landschaften sind wir selten im Stande, das Object nach unserm Belieben zu ordnen. Wohl aber können wir von demselben Objecte aufserordentlich wechselnde Bilder erhalten mit Veränderung des Standpunktes. Die Standpunktwahl ist die Hauptsache bei Landschaftsaufnahmen.

Wenn man eine unbekannte Gegend besucht, so ist es ganz unnütz, gleich beim ersten Male die Camera mitzunehmen. Wenn man einen Gegenstand gewählt und sich überzeugt hat, dafs derselbe ein gutes Bild geben wird, schenke man demselben seine ganze Aufmerksamkeit. Man betrachte denselben, wie es ein Maler thun würde, wenn er denselben malen will; man achte auf die beste Tageszeit und besuche den Ort mehreremal des Tages, um zu sehen, in welcher Weise die Veränderungen in der Stellung der Sonne Licht und Schatten und Gestalt der Massen verändern. Sehr oft begehen die Photographen den Fehler, zu einer Tageszeit zu arbeiten, wo sie die Sonne im Rücken, also die Scene in vollster Beleuchtung vor sich haben, indem sie nicht bedenken, dafs sie nicht allein Licht, sondern auch Schatten brauchen. Der Reiz der Beleuchtung hängt sehr von der Ansicht ab. Dies mufs der Anfänger sehr beachten. Einige Gegenstände verlangen eine Seitenbeleuchtung, andere dagegen erscheinen besser, wenn die Sonne hinter ihnen steht und die Ränder von den Strahlen bestrichen werden. Nachdem man seinen Gegenstand gewählt hat, wähle man den Gesichtspunkt; hierbei kann man die Camera schon mit sich führen. Man entferne alle Gegenstände, die mit dem Charakter der Scene nicht in Einklang stehen, und schliefslich sehe man zu, ob sich nicht noch an der schon guten Composition etwas verbessern läfst. Man untersuche, ob zur Herstellung des Gleichgewichts ein dunkler oder heller Punkt im Vordergrunde vorhanden sein mufs.

Wenn man sich nun vollkommen überzeugt hat, dafs die Scene ein gutes Bild abgeben wird, so gehe man an die Wahl der Chemicalien, welche man eher als vollständig beherrschte Hülfsmittel, denn

als wissenschaftliche Probleme ansehen mufs, mit denen man Experimente machen will.

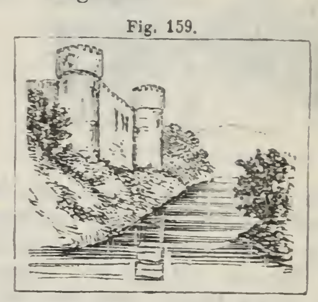
Bei einer malerischen Darstellung einer Natur-Scene giebt es viele beachtenswerthe Einzelheiten, von denen zwar einige selbstverständlich sind, welche aber dennoch — der Ordnung wegen — hier erwähnt werden mögen.

Parallele Linien sind oft unangenehm. Wenn der Horizont von einer geraden Linie begrenzt ist, so mufs der Mittelgrund oder der Vordergrund wellenförmig sein. Dies wird leicht durch einen Stellungswechsel erreicht, wie er nöthig ist, um eine perspectivische Ansicht des Vordergrundes zu erhalten. Eine Bewegung von wenigen Ellen verändert die Linien eines Bildes oft gänzlich.

Fig. 158.



Fig. 159.



Die Vorderansicht eines Gegenstandes ist selten so malerisch als eine perspectivische. Fig. 158 ist einer Stereoskopen-Platte entnommen, jedoch etwas übertrieben, damit die Fehler besser ins Auge fallen. Die parallelen Linien der beiden Thürme schneiden senkrecht die Linien des Flusses, und der Elsenbusch nimmt eine hervorragende Stellung im Mittelpunkte ein: Es hätte kein schlechteres Arrangement gefunden werden können. Hätte man den Gesichtspunkt etwa 40 oder 50 Ellen weiter den Flufs hinauf gelegt, so hätte man die perspectivische Ansicht (Fig. 159) gewonnen, welche mit den gegebenen Kunstregeln vollständig in Einklang steht. Gewisse Leute sagen: Da der Künstler nicht gröfser ist, als der Schöpfer, so sollte er auch nicht versuchen, die Natur zu verbessern oder auszuwählen. Von beiden Standpunkten aus würde nun die Darstellung gleich treu sein, wahrscheinlich aber würden jene Leute die Scene wie Fig. 158 darstellen, während der Künstler Fig. 159 vorziehen würde.

Wie unangenehm auch der Eindruck von geraden Linien in einem Bilde sei, wenn viele von ihnen parallel laufen, so sind doch einige gerade Linien von grofsem Werthe, indem sie erstlich als Gegensatz zu den gekrümmten Linien, zweitens aber durch das Gefühl der Festigkeit, welches sie hervorrufen, die Wirkung erhöhen. Zuweilen bieten einige parallele Linien in der Ferne oder am Himmel einen angenehmen Contrast zu den wellenförmigen des Vordergrundes und der Scene. Die Linien eines Gebäudes auf einer Anhöhe oder durch Bäume gesehen, verstärken stets die malerische Wirkung. Im Innern einer Kirche oder eines Doms weckt der oft wiederholte Anblick der geraden Säulen das Gefühl von Festigkeit und Feierlichkeit, welches durch kein anderes Mittel hervorzurufen ist.

Wenn man ein Bild mitten durschschneidet, so darf die eine Hälfte niemals das Spiegelbild der andern sein. Nähme man z. B. das Schiff

einer Kirche von der Mitte des Chores auf, so würde man ein solches Bild erhalten. Die Wiederholung der zurückweichenden Pfeiler macht den Eindruck der Groſsartigkeit, aber die genaue Wiederholung derselben Pfeiler auf der entgegengesetzten Seite würde monoton aussehen. Dieselben Bemerkungen gelten für eine Unzahl anderer Fälle.

Fig. 160.



Fig. 161.



Eine Längenansicht von einer Baum-Allee, einem Flusse oder einer Straſse, wie in Fig. 160 und Fig. 161, muſs, wenn es zu vermeiden geht, nicht vom Mittelpunkte aufgenommen werden. Ein Vergleich der Figuren 160 und 161 ergiebt den Unterschied der Resultate auf den ersten Blick. Man wird auch bemerken, welchen unangenehmen Eindruck es macht, daſs die Hauptfiguren: Mann, Karren und Kirche in einer Linie hintereinander stehen. Sind jedoch die rechte und linke Seite der Straſse sehr verschieden, so ist der Standpunkt in der Mitte zulässig. (Man sehe Hildebrandt's Straſse in San Francisco.)

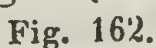
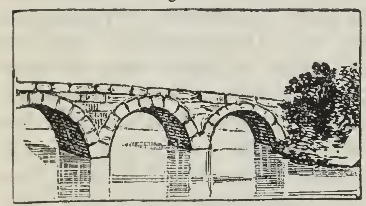


Fig. 162.



Ein Bild muſs stets einen passenden Abschluſs haben. So darf man z. B. den Mittelpunkt einer Wölbung nie ohne eine andere Stütze als die Seite des Bildes lassen, wie in Fig. 162; lieber schlieſse man das Bild mit einem der Pfeiler ab.

Die Phantasie des Beschauers würde sich wahrscheinlich die fehlende Stütze hinzudenken, es ist aber immerhin besser, wenn man sie im Bilde wirklich darstellt.

Oft ist man darüber in Zweifel, welche Lage dem Horizonte anzuweisen sei. Hier beherzige man die Regel, daſs die Horizontlinie nie gleichweit vom oberen und vom unteren Rande des Bildes entfernt sein darf, d. h. daſs die Fläche nicht gleichmäſsig in Himmel und Erde getheilt sein darf. Die Natur des Gegenstandes muſs bestimmen, ob der Horizont unter oder über der Mittellinie liegen soll. Der Vordergrund darf nie mit Gegenständen überfüllt sein, die die Aufmerksamkeit von der Hauptsache abziehen. Ganz abscheulich sind sich in diesen drängende Gaffer. Der Himmel macht den Photographen immer Schwierigkeiten. Selten findet man einen schönen und passenden Himmel über einer Landschaft, obgleich die Darstellung natürlicher Wolken weder mechanische noch chemische Schwierigkeiten bietet. Hier bleibt dann nichts übrig, als einen passend gestimmten Himmel abzuwarten und separat aufzunehmen und einzucopiren, oder

aber einen Himmel einzuzeichnen, sei es mit Bleistift oder Tusche, auf Vor- oder Rückseite. (Siehe Remelé, Handbuch der Landschaftsphotographie.*)

Charakteristik.

Schon zu wiederholten Malen haben wir von charakteristischen Zügen, Bewegungen, Gliedmafsen etc. gesprochen und der Leser wird fragen: Was nennt man charakteristische Merkmale?

Wir nennen charakteristisch alle äufseren Merkmale, welche für eine verständliche und wahre Darstellung nothwendig sind. So ist für eine Briefschreiberin offenbar die schreibende Hand mit der Feder charakteristisch, selbst wenn sie nicht schriebe, sondern vielleicht nachdenklich emporgehoben wäre, und fehlerhaft und unverständlich würde die Darstellung sein, wenn diese Hand verdeckt wäre, selbst wenn die Figur von ganzen Ballen Papier und Colonnen von Tintefässern und Streusandbüchsen umgeben wäre. Oft werden hier noch zur genaueren Charakteristik fremde Merkmale beigegeben werden müssen. Wie wollte man einen Trinker ohne Glas, einen Spieler ohne Würfel oder Karten charakterisiren? Viele Leute glauben mit solchen Beiwerken allein auskommen zu können. Man bildet junge Bacchantinnen ab mit hochgehobenem, vielleicht gar überschäumendem Champagnerglas, aber leider — das Gesicht ist kalt und trocken; man sieht es dem Modell an, dafs es eben nur Modell ist, und seine Miene verräth, dafs der Wein im Glase nichts ist als Weifsbier. Solche Darstellung ist nicht nur unverständlich, sondern auch unwahr. Ein Frauenzimmer, was die Hände faltet, ist noch kein betendes, wenn ihr Gesichtsausdruck dem nicht entspricht; das gilt auch für gewöhnliche Portrait-Darstellungen. Man sehe das photographische Portrait mit Oberlicht S. 397. Die finsterblickenden Augen des Oberlichtkopfes und der aufgeworfene verkniffene Mund sind unwahre Merkmale, denn sie charakterisiren einen Gemüthszustand, den der Mann an sich nicht besitzt. Ebensowenig ist der Charakter des Mannes durch die Vorder- und Seitenlichtbeleuchtung klar wiedergegeben. Ein grofser Künstler braucht wenig zur Charakteristik, Photographen oft viel, zu viel. Das unterscheidet ja eben Kunst und Photographie, dafs der Künstler bei allen Dingen eben nur die charakteristischen Theile hervorhebt, die übrigen dämpft oder wegläfst; während der mechanisch arbeitende Photograph alles mit gleicher Deutlichkeit bringt, auch die allergröfsten Nebensachen.

Nun hat jeder Mensch seinen eigenen Charakter, d. h. seine eigenen Grundsätze des Handelns (manche haben auch gar keine). Manche handeln ohne alle Ueberlegung, ganz unbekümmert um die Folgen, leicht-

---

*) Berlin 1869. Verlag von R. Oppenheim.

sinnig über alles, auch das Ernste, hinwegdenkend, alles von der besten Seite nehmend (Optimisten); Andere sehen immer schwarz in die Zukunft (Pessimisten).

Nun sollen wir einen Menschen durch das Bild in seinem wahren Charakter wiedergeben, das kann auf zweierlei Weise geschehen. Entweder stellen wir die Gestalt in statuarischer Ruhe dar (s. Fig. 136, S. 421) oder in irgend einer Handlung. Man hat oft gesagt, der Portraitist soll nicht Handlungen malen. Wahr, sehr wahr Wenn aber eine Handlung in so wuchtiger Weise zur Charakterisirung der Person beiträgt, wie z. B. die Geberde in Rietschel's Luther (Fig. 163), da schweigen unsere Einwürfe vor lauter Bewunderung. Es ist doch, als ob dieser erzene Mann, dieser Riesengeist, einem Jeden sein „Hier stehe ich, ich kann nicht anders, Gott helfe mir, Amen“ entgegendonnerte. Wenn Luther hier als Heros göttlich grofs vor uns steht, so ist diese Darstellung berechtigt, selbst wenn wir hören, dafs dieser Mann nicht im Talar, sondern in seiner Mönchskutte und mit Tonsur auf dem Reichstage war, selbst wenn wir hören, dafs er zu jener Zeit so mager war, dafs man ihm durch beide Backen pusten konnte. Hätte Rietschel diese Aeufserlichkeiten gemacht, so hätten wir eben einen Augustinermönch erhalten, aber keinen Luther. Rietschel ist bei Darstellung des Luther von der historischen Wirklichkeit abgewichen, hat aber dadurch an Charakter unendlich viel gewonnen.

Fig. 163.



Luther nach Rietschel.

Lange ringen oft die Künstler nach der charakteristischen Darstellung einer historischen oder mythischen Figur. Jahrhunderte lang mühen sie sich ab und vergeblich, bis ein von der Grofsheit seiner

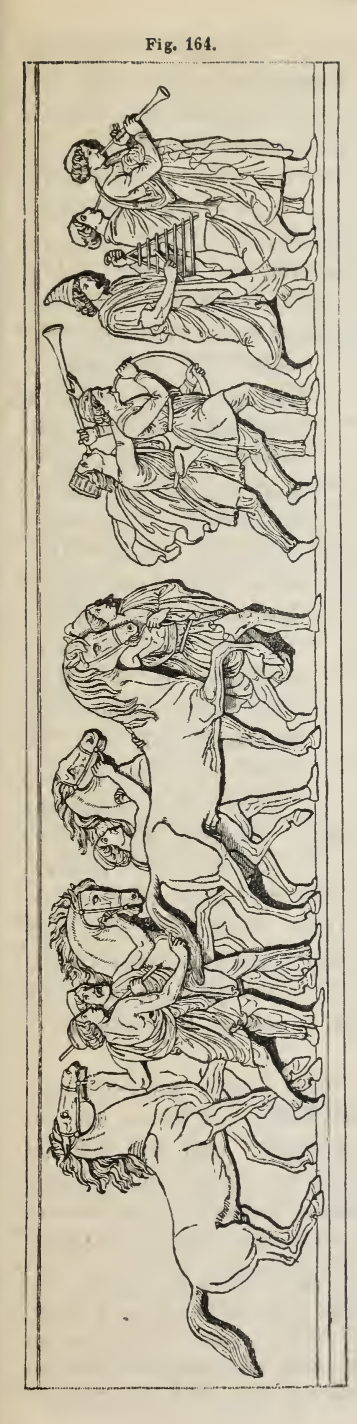
Aufgabe durchdrungener gottbegeisterter Genius das ungeahnt Schwierige in so zwingender und überzeugender Weise löst, dafs die Gestalt zum Musterbilde, zum Ideal wird, das immer wieder nachgeahmt, nachher typisch auftritt. So der Zeus und die Athene von Phydias, der Hercules von Lysippus.

Es giebt wenig Menschen, deren Gesichtszüge klar und vollständig ihren Charakter wiedergeben. Mit der Physiognomik sieht es schlimm aus. Ich kenne Menschen, deren zusammengekniffene Lippen etwas Listiges, Boshaftes, deren kleine grüngefärbte Augen etwas Falsches, Verstecktes vermuthen lassen, die sich dennoch als die prächtigsten und die liebenswürdigsten Menschen mit untadelhaftem Wandel offenbaren. Ebenso giebt es aber auch Menschen von so edlem, offenem und biederem Antlitz, dafs sie auf den ersten Blick für sich einnehmen und die dennoch die allergröfsten Schurken sind. So laufen viele Menschen als lebendige Lügen durch die Welt und leider auch in die Ateliers, um sich photographiren zu lassen. So soll der Photograph ein Bild machen, welches nicht nur die äufserlichen Züge, sondern auch den Charakter darstellt, der oft mit der äufseren Erscheinung auf das Heterogenste contrastirt. Man glaubt nicht, was zur ganzen und vollen Erscheinung eines Menschen gehört. Manche erscheinen uns hinreifsend bezaubernd, wenn sie sprechen, singen oder gesticuliren. Manche präsentiren sich nur vortheilhaft in Gesellschaft, wo sie auf einen grofsen Kreis mit ihren Witzen wirken können. Manche sind nur in Damengesellschaften heiter und aufgeknöpft, andere wieder nur unter Herren. Viele Leute erscheinen in der Stubenluft finster, verschlossen, sie strahlen aber vor Heiterkeit und Liebenswürdigkeit, sobald sie ins Freie kommen. Der biedere Landmann wieder fühlt sich gedrückt, „bekniffen", wenn er den Parquetfufsboden vornehmer Ateliers betritt; er ist glücklich in seiner Bauernstube. Alle diese, für den äufseren Eindruck eines Menschen mitwirkenden Umstände wirken auf das Aussehen. Das Portrait, und wenn es noch so schön ist, giebt doch eben nur einen Extract von Menschen. Es kann sprechend erscheinen (singend kaum), aber befriedigen wird es nur theilweise, weil die Nebendinge, die das Original zu seiner Wirkung nöthig hat, nicht darin mitwirken können. Gelingt das den Künstlern nur schwer, die ihr Original kennen, wieviel schwerer mufs es erst dem Photographen werden, der einen ihm wildfremden Menschen aufnehmen soll, der oft mit dem nächsten Zuge in 20 Minuten abreisen will und in seinem ganzen Wesen eine Eile verräth, dafs er als moderner Mercur mit Flügelsandalen sich trefflich machen würde. Hierzu kommt noch der Umstand, dafs es den meisten Leuten gar nicht um die treue Wiedergabe ihres Charakters zu thun ist. Der Spitzbube will als ehrlicher Mann auf dem Bilde erscheinen, manche schlotternde Alte jung, kokett und

elastisch; das Dienstmädchen spielt im Atelier das feine Fräulein, die Bürgerstochter möchte Hofdame, der Strafsenkehrer Gentleman sein; so dient ihnen ihr Bild zur Schmeichelei ihrer persönlichen Eitelkeit, und damit die Leute gar recht fürnehm und ungewöhnlich erscheinen, stecken sie sich in ihren (oft auch in fremden) Sonntagsstaat, der ihnen oft so unbequem wie möglich sitzt, und üben sich am Spiegel zu Hause unter Zuziehung von Papa, Mama, Frau oder Liebsten eine künstlerisch unmögliche Pose ein. Selbst gebildete Leute haben solche Schrullen. Thorwaldsen erzählt von Byron, der ihn zu einer Sitzung besuchte: „Er setzte sich mir gegenüber, fing aber, als ich zu arbeiten begann, sogleich an, eine ganz andere fremdartige Miene anzunehmen. — Ich machte ihn darauf aufmerksam. — Das ist der wahre Ausdruck meines Gesichts, entgegnete Byron. So? sagte ich, und machte dann sein Portrait ganz wie ich wollte. Alle Menschen erklärten meine Büste für ausgezeichnet getroffen, Lord Byron aber rief aus: die Büste gleicht mir durchaus nicht; ich sehe viel unglücklicher aus. Er wollte nämlich um jene Zeit mit Gewalt unglücklich aussehen“, fügt Thorwaldsen hinzu. Schlimmer ist der Photograph daran. Wenn Byron zu einem Photographen gekommen wäre und er hätte seine unglückselige Miene vor der Camera aufgesteckt. Was hätte der Photograph machen wollen? Er ist leider vom Modell abhängig, und wieviel Modelle lassen ihn im entscheidenden Moment im Stich, oft nicht aus bösem Willen, sondern aus Nervenschwäche? Viel liegt hier freilich auch am Benehmen des Photographen, der es verstehen mufs, sein Publikum in liebenswürdiger Weise zu beherrschen. Daher ist die Behandlung des Publikums ein nicht unwichtiges Capitel der photographischen Aesthetik (s. u.).

Meistentheils hat es die Photographie mit der Darstellung ruhiger Momente zu thun, seltener fafst sie ihr Object genreartig, d. h. in einer harmlosen Thätigkeit begriffen, auf — sei es lesend, schreibend, ein Bild betrachtend, musicirend, Handwerker in Arbeit, Kinder spielend etc. Bei Darstellung solcher Bewegungen kann natürlicher Weise nur ein bestimmter Moment derselben festgehalten werden, und hier ist es sehr wichtig zu erörtern, welcher? Hier hat man nicht nur Rücksicht zu nehmen auf die künstlerische Anordnung (siehe S. 420), auf die Silhouetten und Linienharmonie (S. 429) und Gewandung (S. 433). Man nehme z. B. einen Schlägel schwingenden Schmidt oder Bildhauer mit Meifsel. Er setzt den Meifsel an, schwingt den Hammer über den Kopf und läfst ihn wuchtig auf den Meifsel niederfallen. Es würde nun sehr schwächlich erscheinen, wenn man diesen letzten Moment, wo Hammer und Meifsel sich berühren, abbilden wollte. Viel lebendiger, wahrer und verständlicher erscheint der hoch über den Kopf geschwungene Hammer. Bei den allereinfachsten Bewegungen, selbst beim Gehen beobachtet man ähnliche tiefeingreifende Unterschiede. Nicht jede Phase ist gleich verständlich. Vielen sind gewifs schon

Fig. 164.

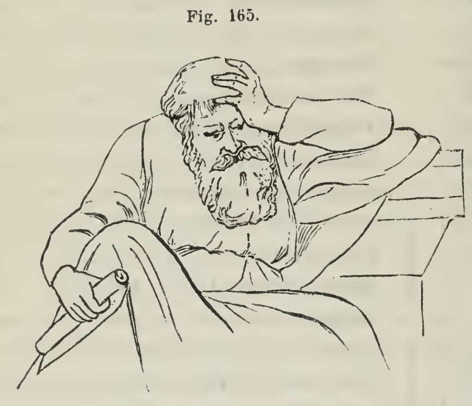


Aus Thorwaldsen's Alexanderzug.

jene gehenden Figuren auf Momentbildern aufgefallen, die das eine Bein zum Ausschreiten nach vorwärts strecken. Obgleich diese Bewegung der Natur durchaus entspricht und einen Theil der Gehbewegung bildet, so erscheint sie dennoch gänzlich uncharakteristisch, ja fast komisch, sie macht eher den Eindruck eines Tanzpas oder eines militairischen Exercitiums. Unser Gehen ist eine ziemlich complicirte Bewegung, so einfach sie scheint. Wir schreiten aus, treten auf den vorgesetzten Fuſs, zu gleicher Zeit heben wir den hinteren Hacken, geben uns mit den Zehen des hinteren Fuſses einen Schub, der die eigentliche Vorwärtsbewegung veranlaſst und dann erst nehmen wir den hintern Fuſs nach vorn, um das Spiel zu wiederholen. Von allen diesen verschiedenen Momenten ist nun gerade jener am charakteristischsten, welcher die Vorwärtsbewegung veranlaſst, d. h. wo der hintere Fuſs mit den Zehen den Schub giebt, während der vordere steht und den Körper trägt. Und dieser Moment ist es daher, den Künstler bei der Darstellung gehender Figuren wählen. Er ist einerseits der charakteristischste, andererseits gewährt er aber nach der abgebildeten Figur den festesten Stand. Man sehe Thorwaldsen's Alexanderzug (Fig. 164). Hier sind eine Menge gehender Figuren abgebildet, und man sollte glauben, daſs der Künstler, schon um Contraste zu erhalten, verschiedene Momente der Gehbewegung dargestellt haben würde, und dennoch sehen wir alle Figuren in dem Augenblick, wo sie

den hintern Fuſs aufzuheben im Begriffe sind. Aehnliches zeigt Konewka's Scene aus Faust. Nur die beiden Soldaten haben dort, sehr charakteristisch für sie, nach vorn ausschreitende militairische Marschbewegung. Feierliche Processionsbewegungen charakterisiren sich noch anders. In dem Festzuge des Parthenon-Frieses treten die weiblichen Figuren mit beiden Füſsen auf. Man sieht, wie schwierig es ist, selbst einfache Thätigkeiten im Bilde zu charakterisiren. Noch schlimmer sieht es mit der charakteristischen Darstellung von Gemüthszuständen aus. Förster macht aufmerksam auf Bendemann's trauernden Jeremias (Fig. 165), welcher einen von tiefem Kummer Gebeugten darstellen soll, aber dadurch, daſs die Hand das Haupt nicht stützt, sondern seitwärts schiebt, den Anstrich eines Aergerlichen oder an körperlichen Schmerzen Leidenden erhält. Derselbe Autor weist treffend darauf hin, wie unwahr das Bild einer Betenden erscheint, die den Kopf nicht senkt, sondern steif senkrecht hält und die Hände nur leise mit den Fingern in Berührung bringt, statt sie zu falten. Solche Gestalten erinnern eher an jene koketten Sünderinnen, die nicht selten in Kirchen sich Rendezvous geben, und denen man es ansieht, daſs sie mehr an ihre Umgebung denken als wie an den lieben Gott. Solche berechneten Stellungen sind nun gerade bei Darstellung photographischer Genrebilder gewöhnlich. Die Modelle wissen ja, daſs sie mitwirken, und recht schwierig ist es, ihnen das Affectirte in solchen Bewegungen zu nehmen.

Fig. 165.



Am vorsichtigsten sei man hier mit Schauspielern und Schauspielerinnen. Diese glauben gewöhnlich die Sache viel besser als der Photograph zu verstehen, da sie ja „Künstler“ sind und sich auf schöne Stellungen und Bewegungen einstudirt haben; diese Leute verstehen aber leider von bildender Kunst blutwenig, und wissen nicht, daſs dasjenige, was auf der Bühne effectvoll erscheint, im Bilde oft ganz abscheulich aussehen kann. Auf der Bühne ist viel zu entschuldigen. Selbst eine wenig schöne Bewegung stört nicht, weil sie rasch vorübergeht, schrecklich wird solche aber, wenn sie im Bilde verewigt ist. Bilder von Mimen, die, um einen Handschuh abzuziehen, mit dem Arm wuchtig ausholen, als zögen sie ein Riesen-

schwert aus der Scheide, erscheinen deshalb geradezu lächerlich. Ebenso unschön, erscheinen jene Gestalten, die viele Maler nach lebenden Modellen zeichnen. Felswerfende Giganten, denen man (an dem gänzlichen Mangel jeder Muskelanspannung) es ansieht, dafs das Original keinen Stein, sondern ein leichtes Stück Holz zwischen den Fäusten hatte.

Noch machen wir aufmerksam auf die Abhängigkeit des Gewandes von der Bewegung. Man sehe z. B. den Tubabläser in Thorwaldsen's Alexanderzug (Fig. 165). In Folge des Beharrungsvermögens einerseits, des Luftwiderstandes andrerseits fliegt beim Gehen das Gewand nach rückwärts. Aehnliches sieht man auch beim modernen Costüm. Nichts sieht daher unwahrer aus, als wenn ein Photograph (scheinbar) bewegte Figuren abbildet und das Gewand hängt schlaff herab. Solche Bewegungen, die zu ihrer Charakteristik fliegende Gewänder erfordern, eignen sich zur photographischen Darstellung nicht. Will der Photograph durchaus Phasen solcher Bewegungen aufnehmen, so wähle er anliegende Kleidung. Daher das Todte, Starre, welches in so vielen Photographieen nach Mimen und Tänzerinnen sich findet, die eine Action darstellen sollen.

Was man aber auch zur Charakteristik wählen möge, stets vermeide man das Unschöne. Die antiken Künstler haben nie eine Furie gebildet, sagt Lessing, und das Medusenhaupt, dessen Anblick Alles in Stein verwandelte, bildeten sie doch so ab, dafs der Kopf trotz aller Furchtbarkeit noch schön erscheint.

Das Schöne lernt sich aber nicht wie das Einmaleins. Das natürliche Gefühl für dasselbe mufs vorhanden sein, das Studium kann es nur ausbilden, nicht schaffen.

Es giebt Photographen genug, die von der Mutter Natur hier sehr stiefmütterlich bedacht sind. Sie mögen wenigstens aus unsern Andeutungen das lernen, was sie vermeiden sollen. Können sie nicht selbstschaffend auftreten, so mögen sie sich gediegene Muster als Vorbild nehmen.

Der Umgang mit dem Publikum.

Viele Personen haben eine starke Abneigung gegen das Photographiren; man vergleicht es oft mit einem „Besuche beim Zahnarzt oder Friseur"; Mancher befindet sich in der That lieber eine halbe Stunde unter den Händen des Friseurs, als unter denen des Photographen. Nicht selten kommt es vor, dafs Jemand dem Drängen seiner Freunde jahrelang widersteht und endlich in das photographische Atelier wie zum Richtplatz geht. Andere wieder, und hierzu gehören besonders die Damen, haben vielleicht keine so starke Abneigung, sind aber furchtsam und nervös beim Eintritt in ein Glashaus und befinden sich daher in einer Verfassung, die ein gutes Bild nicht ent-

stehen läfst. Nervenschwäche beschränkt sich aber keineswegs nur auf das schöne Geschlecht oder auf die Alten und Schwachen. Starke, kräftige Männer haben oft plötzliche Anfälle vor der Camera. Junge, tapfere Officiere, die ohne Zweifel ruhig gegen die Mündungen des Geschützes anmarschiren würden, zittern vor der photographischen Linse. Sie können oft ebensowenig stille stehen, als irgend ein Anderer.

Da diese Gefühle bei vielen Personen zu finden sind, so sollte der Künstler bemüht sein, dieselben zu zerstreuen, und dem Kunden die Sache angenehmer zu machen. Die wenigen einleitenden Bemerkungen beim Empfange eines Besuchers mufs der Photograph bestrebt sein, in freundlicher Manier zu machen; er darf dabei weder in einen allzu vertraulichen, noch in einen kriechenden, gezierten Ton verfallen, er mufs sich in der leichten und höflichen Weise eines Gentlemans bewegen. Während der Vorbereitungen ist dasselbe Verhalten nothwendig, so dafs der Besucher vor allem, was ihn unangenehm berühren könnte, bewahrt wird. Bei dieser Behandlung verlieren viele Personen ihre Nervenschwäche, und statt dafs sie Widerwillen gegen die Operation zeigen, finden sie Vergnügen daran; dieses zeigt sich in dem gefälligen Ausdruck des Portraits und in der Haltung und Ruhe des Originals.

Es ist sehr wahrscheinlich, dafs die Wichtigkeit eines solchen freundlichen Benehmens der Beobachtung den Photographen entgangen ist, und dafs sie sich selbst die Schuld zuzuschreiben haben, wenn viele Personen sie nicht gern besuchen. Ein rauhes, heftiges, unhöfliches und affectirtes Benehmen ist unter unseren Collegen nicht selten zu finden. Viele Photographen rufen, wenn alles zum Exponiren bereit ist, dem Sitzenden zu: „Blicken Sie auf jenen Punkt, aber recht freundlich“. Es kann dies für das gute Aussehen einer Dame durchaus nicht förderlich sein, denn es folgt daraus, dafs sie bis zu dem Augenblicke nicht freundlich aussah, und nach einer so höflichen Aufforderung wird sie sicherlich nicht besser aussehen. „Nicht ganz so ernst“ wäre viel weniger verletzend. Es kommt auch viel auf den Ton an, in dem man diese Worte spricht.

Es giebt noch einen anderen Gegenstand, welcher die Geduld und die gute Laune des Photographen hart auf die Probe setzt — das ist der Kopfhalter. Die Sitzenden verkennen ohne Ausnahme diesen Gegenstand und lieben ihn nicht. Kopfhalter müssen aber sein und indem man auf ihre Anwendung besteht, mufs man Takt, Festigkeit und gute Laune zeigen. Gewöhnlich heifst es: „Es geht besser ohne das Ding; es macht mich nur steif.“ Die beste Antwort hierauf ist: „Sie werden sich ohne Zweifel steif fühlen, aber auf dem Bilde nicht so aussehen.“ Man glaubt im Allgemeinen, sich bei Anwendung des Halters mehr zu bewegen, als ohne denselben, und zwar aus folgendem Grunde: Wenn der Kopf frei ist, so ist die Bewegung eine unbewufste, man fühlt sie nicht; sobald aber die Stütze einen Widerstand leistet, wird man sich der Bewegung erst bewufst. Es wird gut sein, dies zuweilen in wenigen Worten auseinanderzusetzen, wenn es auch zuletzt langweilig wird.

Oft sehen die Sitzenden zu starr. Sobald man ihnen zuruft, sie möchten auf einen bestimmten Punkt sehen, öffnen sie ihre Augen so weit als möglich und zeigen einen so durchdringenden, starren Blick, dafs man sogleich glaubt, sie sähen Gespenster. Es wird von guter Wirkung sein, wenn man hiervor warnt und die zu Portraitirenden

auffordert, ihr Auge auf einem bestimmten Punkt ruhen zu lassen. Dies giebt nicht allein den Augen, sondern dem ganzen Gesicht einen viel ruhigeren Ausdruck.

Zuweilen, und besonders bei langen Belichtungen, behalten die Personen nicht den ursprünglich angenommenen Ausdruck bei, sondern geben während der 30 bis 40 Secunden von einem freundlichen Blick zu tiefer Melancholie über. Mancher Photograph öffnet die Linse vor lachenden Seraphinen und schliefst sie vor gefallenen Engeln; man mufs daher den Besucher vor einem Verändern des Ausdruckes warnen, welches namentlich in den Mundwinkeln stattfindet.

Die Leute bestehen häufig darauf, bei ungünstigem Wetter photographirt zu werden. Sie fordern einen „Versuch", wenngleich der Photograph weifs, dafs ein Erfolg aufser dem Bereich der Möglichkeit liegt, und dafs ein Versuch blofse Zeitverschwendung ist.

Der Photograph möge die Personen daran erinnern, dafs es nur in ihrem Vortheil geschieht, wenn man die Sitzung für günstigeres Wetter aufschiebt, dafs es für sie nur Strapaze wäre, und ihn daher kein selbstsüchtiges Motiv dazu veranlasse. Zuweilen bringen die Leute einen Freund mit in das Atelier, der mit Hand anlegen und ganz eigentlich den Künstler vertreten soll. Eine Dame z. B. bringt einen jungen Mann, vielleicht einen Bruder oder Jemanden, der ihr „noch näher" steht, mit sich, dessen Urtheil sie bei der Aufstellung und dem Arrangement anruft. Der junge Freund fängt an, Rathschläge zu ertheilen, wie und wohin seine Schutzbefohlene blicken soll; gewöhnlich läfst er sie ihre Augen fest auf einen Punkt heften, lange bevor der Photograph bereit ist. Ein solches Einmischen ist für einen tüchtigen Photographen unerträglich, denn er fühlt, dafs seine Gegenwart ignorirt, sein Platz usurpirt wird, und dafs man in sein künstlerisches Gefühl und seine Geschicklichkeit kein Vertrauen setzt. Man mufs seine Stellung fest behaupten und in ruhiger, höflicher Weise erklären, dafs entweder der Photograph oder der Freund sich zurückziehen müsse. Eine Theilung der Arbeit könne nicht stattfinden, und wenn der Herr die Arrangements zu treffen wünsche, so möge er es thun, in diesem Falle aber könne der Photograph nicht für das Resultat einstehen. Dies hat gewöhnlich die Wirkung, dafs sich der Eindringling, der vielleicht gar nicht die Absicht hatte, lästig zu werden, zurückzieht. Gelegentlich besteht auch wohl Jemand, der nicht von Freunden begleitet ist, hartnäckig darauf, in einer Stellung aufgenommen zu werden, die keineswegs anmuthig, dem Sitzenden aber „bequem" ist. Die Leute sind gewöhnlich der Meinung, dass alles Bequeme auch schön sei, und werfen sich in den Stuhl, in eine Lage, die ihnen auf der Photographie die Beine eines Elephanten und den Kopf eines Zwerges geben würde. Wenn solche Personen hartnäckig sind, so lasse man sie gewähren. Sie werden dasselbe nicht zum zweiten Male versuchen.

Bei allen diesen Grillen und Einfällen, mit denen man im Atelier tagtäglich zu kämpfen hat, ist es für den Photographen eine schwere Aufgabe, seinen Gleichmuth zu bewahren. Und dennoch mufs er sich sowohl um seiner selbst, als auch seiner Kunden willen bemühen, ihn zu behalten. Es ist aber durchaus kein Wunder, wenn ihn die Einfältigkeit seiner Clienten einmal in böse Laune bringt; denn es kommen oft sehr aufregende Vorfälle vor. Eine Dame sendet zum Beispiel ihre Karten zurück, weil sie ihr nicht gefallen, aber durch alles

Fragen läfst sich der Grund nicht ausfindig machen. Nachdem man endlich eine neue Aufnahme gewährt hat, erfährt man, dafs bei der ersten das Kleid oder der Hut nicht so safsen, wie sie wünschte, oder eine Locke nach hinten und nicht nach vorne fiel. Einer anderen Schönen mifsfällt ihre Stellung, und sie setzt hinzu, dafs sie bei einem zweiten Besuche ihren Mann mitbringen werde, der Controlle wegen.

Eine andere unangenehme Klasse von Kunden sind diejenigen, welche sich mit kleinen Hunden auf den Knieen oder grofsen an ihrer Seite photographiren lassen; die schlimmsten aber sind die kleinen Kinder. Diese kleinen Schreier werden gewöhnlich von Mama, Papa und Amme begleitet, welche alle dem Photographen „helfen". Die Scenen, welche bei solchen Gelegenheiten im Atelier stattfinden, wären belustigend, wenn man nicht darüber seine Geduld verlieren würde.

Sehr wichtig zur Erhaltung der guten Laune ist es, das Publikum nicht unnöthig lange warten zu lassen. Warten ist in allen Fällen langweilig, und hundert Bilder zeigen diese Langeweile, welche das Modell stundenlang hat durchmachen müssen, nur zu deutlich.

Wer starken Zuspruch hat, thut daher gut, Tag und Stunde vorher mit dem Modell zu verabreden. Man sorge dann dafür, dafs alles bereit ist. Wer erst anfängt, Entwickler oder gar Silberbad zu machen, wenn Publikum bereits wartet, wird sich bald seine Kundschaft verderben.

Loescher und Petsch präpariren die Platte in dem Augenblick, wo das Modell das Atelier betritt (die Fesstellung des gewünschten Portraitgenres hat schon vorher bei Besprechung im Empfangszimmer stattgefunden).

In den wenigen Minuten Gesprächs, die so vorhergehen, mufs der Photograph sein Modell hinlänglich beobachtet haben und sich über Stellung, Beleuchtung, Arrangement der Kleidung, Hintergrund und Beiwerk klar geworden sein. Sofort mufs er mit aller Sicherheit die Pose in Angriff nehmen, während ein Gehülfe inzwischen die Camera placirt und die scharfe Einstellung vorbereitet. Erst wenn die Platte da ist, passe man sanft den Kopfhalter der Person an (nicht den Kopf dem Halter), überzeuge sich mit raschem Blick über die richtige Beleuchtung, Umrifslinien, Faltenwurf, Anordnung, dann arbeite man ohne Säumen los.

Störend ist jede dritte Person, Lärm in Nebenzimmern, Hin- und Herlaufen etc.

Rücksichtslos ist es, die Person in den Kopfhalter gespannt auf die Platte warten zu lassen, oder halbe Stunden lang an ihnen herum zu arrangiren, gegebene Stellungen wiederholt zu ändern etc. Die Personen merken dann, dafs der Photograph seiner Sache nicht gewifs ist und verlieren das Vertrauen.

Sehr rasch mufs man bei Kindern verfahren, — das Arbeiten mit diesen ist Glückssache. Man arbeite bei offnem Atelier mit sehr lichtstarkem Apparat und suche die Aufmerksamkeit der Kinder durch ein pfeifendes Spielzeug, einen singenden Holzvogel, einen künstlichen Wauwauhund, den man plötzlich zeigt, zu fesseln, während ein Gehülfe aufpafst und die Objectivkappe in der Hand hat, um dieselbe in dem Augenblick zu öffnen, wo das Kleine auf einen Moment ruhig erscheint.

Wer mit Kindern viel umgeht, lauscht ihnen bald ihre kleinen

Schrullen ab, er lernt sie behandeln, und indem er sich ihnen anbequemt, fassen die Kinder bald eine Zuneigung, und gerne gehorchen sie dann dem Winke des Künstlers. Daher kommt es, dafs Kinderfreunde, wie Herr Petsch, so glückliche Kinderportraits erzielen.

Ausfüllung des Rahmens.

Formate, Beiwerke und Hintergründe.

In der photographischen Praxis haben sich gewisse Formate eingebürgert, die vom Publikum immer wieder bestellt werden, und namentlich ist es die Visitenkart-Bildgröfse, $2\frac{1}{4} \times 3\frac{1}{4}$ Zoll oder 57 Millimeter × 85 Millimeter; ferner das Cabinetformat, 100 Millimeter × 138 Millimeter. Beide Formate sind durch die Bildgröfse der Linsen, die Einrichtungen der Camera's bestimmt. Dem Photographen bleibt die Aufgabe, diese Formate in passender Weise auszufüllen.

Als Disderi in Paris im Jahre 1858 die photographische Visitenkarte erfand und damit der Photographie einen ungemeinen Impuls gab, empfahl er das Portrait in ganzer Figur als das künstlerisch am meisten gerechtfertigte insofern, als Figur und Haltung zur Charakteristik eines Individuums nothwendig sind.

So wurde denn das Portrait in ganzer Figur zuerst von den Photographen poussirt und nur in kleiner Zahl tauchten anfangs hier und da Kniestücke und Brustbilder auf. Es dauerte jedoch nicht lange, so bürgerten sich letztere immer mehr ein; sie gefielen dem Publikum. Der Grund ist naheliegend. Ein Brustbild, in dem nur Kopf und Brust sichtbar sind, kann nicht durch fehlerhafte Stellung der Arme und Beine, nicht durch unschönes Arrangement von Beiwerk verdorben werden, wie dies bei Portraits in ganzer Figur gar zu oft der Fall ist; ihre Herstellung ist daher, was das ästhetische Element anbetrifft, leichter und sicherer.

Hierzu kam noch ein Vortheil: die gröfsere Dimension und somit das erkennbarere Hervortreten des charakteristischen Theiles am Menschen, des Kopfes. Feine Details in den Zügen, die in dem kleinen Bilde in ganzer Figur ohne Loupe kaum bemerkbar waren, traten im Brustbilde kräftig markirt (manchmal zu kräftig) hervor.

Andererseits war freilich auch damit das stärkere Hervortreten mancher individueller sowie der Beleuchtungsfehler verbunden, die bei den kleinen Köpfen der Vollfiguren nicht so sichtbar sind und die man erst später beseitigen lernte. Seitdem nun das neue Format eingebürgert ist, sind damit von strebsamen Photographen mancherlei Experimente, die sich den gröfseren oder geringeren Beifall des Publikums erwarben, gemacht worden. Anfangs wagte man nur Köpfe von $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll Gröfse in diesem Format zu fertigen, an denen man mehr oder weniger Brust sichtbar werden liefs (die Amerikaner

schnitten letztere ganz weg und machten aus den Brustbildern „Halsstücke“). Bald aber steigerte man diese Kopfgröfse auf Dimensionen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll, wie es scheint, zuerst in England, denn die ersten Karten der Art, welche in unseren Besitz gelangten, waren Portraits von Boz.

Trotz mancher Bedenken, die sich gegen die Anwendung dieses Formats geltend machen lassen, hat sich dasselbe immer mehr und mehr Beifall verschafft. Es mufs jedoch bemerkt werden, dafs es sich weniger für Bürgerpublikum eignet als für die roccocoartig aufgeputzten Köpfe der Bühnendamen etc. etc.

Es ist zweifellos, dafs die ungewöhnliche Kopfgröfse einen Reichthum der Details, Spangen, Ketten, Chignon, Locken und Löckchen hervortreten läfst. Aber andererseits ist damit die Gefahr verknüpft, dafs manche unerwünschte Details, Sommerflecken, Falten etc. in unangenehmer Weise im Bilde sichtbar werden. Die Damen der Bühne haben jedoch hier kosmetische Mittel, um solche Fehler zu verdecken und sie sind eigentlich als die Erfinderinnen einer dritten Art von Retouche zu nennen, die man, als Gegensatz zu der Positivretouche und Negativretouche, die man nach unserm Vorgange Originalretouche nennt, indem sie mit Schminke, poudre de riz etc. an der Person selbst vollzogen wird und die jetzt in verschiedenen Ateliers Berlins (nicht blos bei Damen der Bühne) mit sehr gutem Erfolg angewendet wird.

Höchst wichtig ist nun bei diesen grofsen Köpfen eine sorgfältige Beachtung der Beleuchtung. Zu diesem kommt nun noch die Negativretouche, die bei diesen Bildern aus naheliegenden Gründen öfter nöthig wird, als bei Bildern in kleineren Dimensionen; von dem Ausflecken nicht zu reden.

Noch ein Moment kommt hier in Betracht, d. i. die Linse, mit welcher das Bild aufgenommen werden soll. Ueber diesen Punkt sind oben (Seite 413) Andeutungen gegeben.

Am bequemsten für den gewöhnlichen Photographen bleiben zweifelsohne die Brustbilder ohne Hintergrund, sogenannte abgetonte Bilder (oder Vignetten). Beine fallen hier weg, meistentheils auch die Hände. Er hat also mit der Lage dieser Extremitäten keine Noth. Er achte auf Kopf und Brust (s. S. 439, 443), Oberarme, pyramidale Anordnung, Silhouette, Linien. Die Figur selbst wird gewöhnlich sitzend aufgenommen, sie hält dann eher still als die leicht schwankenden, stehenden Figuren. Man sorge dafür, dafs der Hintergrund genügend contrastire, so dafs die Contouren der Person nicht mit demselben zusammenfliefsen, sondern sich deutlich abheben: also für ein schwarzes Haar ein etwas hellerer Hintergrund, für weifses Haar ein dunklerer.*)

*) Es ist jedenfalls eigenthümlich, dafs der schreiend weifse Hintergrund

Neuerdings hat man statt der abgetonten weifsen Hintergründe graue und sogar schwarze eingeführt (sogenannte Rembrandt's). Herr Kurtz in Newyork ist damit vorgegangen und wir haben Bilder von ihm gesehen, die aller Beachtung werth sind und bei denen sich jene neuerdings im Verein zur Förderung der Photographie mehrfach erörterte Eigenartigkeit der Beleuchtung in effectvoller Weise kundgiebt, bei der, der gewöhnlichen Schablone entgegen, fast das ganze Gesicht in Halbschatten getaucht erscheint und der Blick, von der sonst so allgemein üblichen und empfohlenen Anordnung abweichend, sich nicht der Schatten-, sondern der Lichtseite zuwendet. Es ist diese Beleuchtungsweise auch von Herrn Milster und Petsch in Berlin angewendet worden, jedoch mit hellerem Hintergrund und insofern abweichend von den „Rembrandts", über deren Aufnahme folgende Skizze, die wir Herrn Grafshoff verdanken, Aufschlufs giebt.

A ist der Apparat, *P* die Person, *H* der Hintergrund. Die Handhabung der Dach- und Seiten-Gardinen ist aus der Figur deutlich ersichtlich. Die Beleuchtung kann, wie Herr Grafshoff ausdrücklich hervorhebt, nicht für jeden Kopf dieselbe sein, je nach Bedarf werden mehr oder weniger Gardinen geöffnet oder geschlossen und je nach der entsprechenden Auffassung des Objects der Apparat bald mehr links oder rechts gestellt, wie im Grundrifs (Fig. 167) angedeutet ist. Für möglichst gründliche Auflichtung der Schatten mufs natürlich hierbei Sorge getragen werden (siehe S. 405).

Fig. 166.

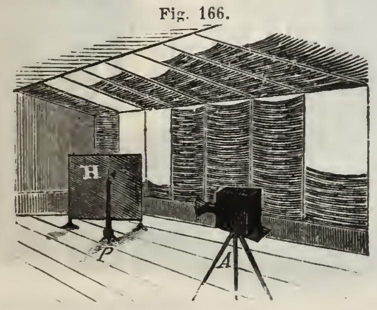
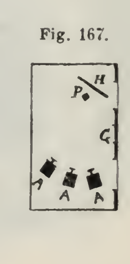


Fig. 167.



Man kann sagen, dafs die Natur nicht so schwarz sei, als in den „Rembrandt's". Sehr wahr, sie ist aber ebensowenig so weifs wie in den abgetonten Bildern. Uebrigens hat der dunkelbraune Fond als Gemäldegrund schon in der antiken Malerei (Pompeji und Rom) eine grofse und in neuerer Zeit wieder mit Glück nachgeahmte Rolle gespielt.

---

in solchen abgetonten Bildern nicht unangenehm empfunden wird, während man sich sonst über jedes weifse Glanzlichtfleckchen entsetzt, welches in Bildern mit vollem Hintergrunde zu finden ist. Dieser Umstand kann nur dahin erklärt werden, dafs der weifse Hintergrund in abgetonten Bildern von unserem ästhetischen Urtheil nicht mehr als zum Bilde gehörig betrachtet wird. Er erscheint uns als ein Stück der weifsen Papierunterlage, nicht als ein organischer Theil des Bildes. Ganz anders bei Voll-Hintergründen, die Zeichnung haben und ganz ausdrücklich prätendiren, zum Bilde zu gehören und die dann freilich als Bildbestandtheil empfunden und beurtheilt werden.

Auch unsere Maler haben monotone halbdunkle Flächen als Hintergrund, ohne jegliche Zeichnung. Nur pflegen sie dieselben anders zu behandeln wie die meisten Photographen. Sie erscheinen nämlich ungleich hell; auf der Lichtseite der Person dunkel, auf der Schattenseite hell, und dadurch hebt sich die Figur sehr plastisch vom Hintergrunde ab. Man kann solchen ungleich getonten Hintergrund dadurch erhalten, dafs man durch ein im Bilde nicht sichtbares versetzbares Architekturstück den Hintergrund beschattet. Man achte dann, dafs der Schatten so fällt, dafs die Lichtseite des Modells sich darauf projicirt, während der Hintergrund hinter der Schattenseite des letzteren hell bleibt.

Adam Salomon stellt, um Gleiches zu erreichen, seinen Hintergrund schief. (S. Salomon's Atelier Fig. 168.)

Fig. 168.

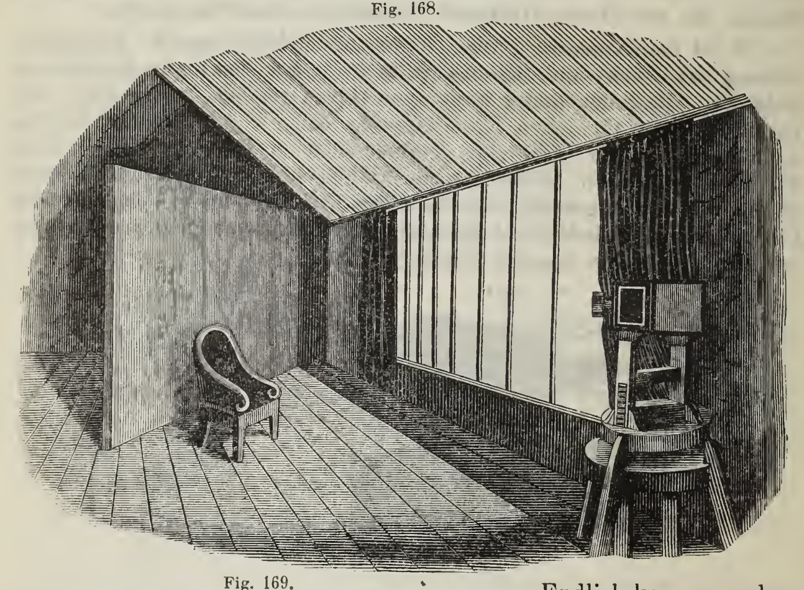
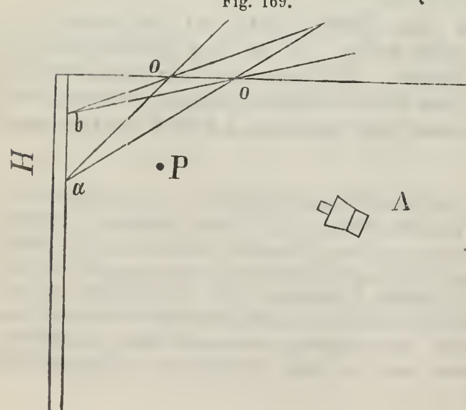


Fig. 169.



Endlich kann man denselben Zweck dadurch erreichen, dafs man neben der Person P eine einzige Gardine OO aufzieht. Die verschiedenen Punkte des Hintergrundes H erscheinen alsdann ungleich hell, b z. B., obgleich die Glaswand näher, dunkler als a, wie aus den in der Figur 169 angegebenen Lichtwinkeln hervorgeht.

Es ist daher leicht, durch passende Stellung des Apparats A den bewufsten Effect im Bilde zu erhalten. Natürlich ist zur Auflichtung der Schatten für solchen Fall noch eine gute Quantität Vorderlicht erforderlich.

Bei Brustbildern wird man selten nöthig haben, noch andere Gegenstände als das Individuum, zur Füllung des Rahmens, selbst wenn man den Hintergrund mitdrucken und nicht abtonen sollte, auf das Bild zu bringen.

Anders ist es schon bei Kniestücken und Vollfiguren. Der Körper sitzt, — also tritt zum Leichnam noch der Stuhl, — oder er stützt sich, hier ist ein Postament nöthig, — oder er steht, das geht nicht ohne Fufsboden. Nun steht man auch in solchen Fällen nicht an, einen monotonen oder abgetonten Hintergrund zu nehmen, so dafs die Sorge des Künstlers auf Stuhl, Fufsboden und Postament (Tisch) allein beschränkt bleibt.

Hier ist eines zu beachten nöthig: die Nebendinge müssen sich künstlerisch mit der Figur zusammenordnen (siehe Anordnung, Umrisse und Linien) und sie müssen sich, weil sie Nebendinge sind, unterordnen, d. h. sie dürfen weder in Form noch in Farbe hervorstechen.

Glanzlichter auf Möbel sind abscheulich, noch abscheulicher die häfslichen Zickzacklinien der Möbel, die den angenehmen Flufs der Linien stören. Schreiende Zeichnung in einem Fufsbodenteppich oder einer Gardine ist entsetzlich.

Sind diese einfachen Sachen schon schwierig zu wählen, so wird die Aufgabe noch complicirter, wenn das ganze Bild durch einen Hintergrund mit passendem Möbelarrangement, architektonischen oder landschaftlichen Prospect ausgefüllt werden soll. Man kann hier mit wirklichen Objecten operiren, d. h. die Figur in eine Laube, ein Fenster oder an eine wirkliche Zimmerwand placiren, wo man alles, was zum Bilde gehört, passend gewählt und hingestellt hat, oder man greift hier zu einem gemalten Hintergrunde. Deren giebt es viele käuflich; die Mehrzahl jedoch taugt nichts.

Einer der auffallendsten Mängel in gewöhnlichen gemalten Hintergründen ist die Anhäufung von vielerlei Dingen und die Verschiedenheit der eingeführten Gegenstände; die Anzahl und Kleinheit der Gegenstände, welche ihre weite Entfernung andeutet, während die Schärfe und Körperlichkeit, mit der sie ausgemalt sind, ihnen einen Platz unmittelbar hinter dem zu Portraitirenden anweist, und die Perspective, die natürlich sofort falsch wird, wenn die Camera nicht ihren Standpunkt im Augenpunkt des Bildes hat (siehe S. 408).

Es ist vollkommen klar, dafs, wenn überhaupt natürliche Gegenstände im Hintergrunde dargestellt werden, es unter denselben Umständen geschehen sollte, wie bei der Hauptfigur des Bildes, und dafs

für die Landschaft nicht ein anderer Augenpunkt sein sollte, als für die Figur. Der Horizont, wenn er überhaupt dargestellt wird, sollte der Linse gegenüber liegen. Es war eine Zeitlang in der Portraitmalerei Mode, den Horizont so tief wie möglich zu legen; die Figuren ragten dann hoch in die Wolken und erschienen allerdings grofsartig. Dennoch sieht solch ein Bild zu auffällig unwahr aus. Man sehe die Bilder in Josty's Conditorei in Berlin. Friedrich Wilhelm, lebensgrofs im Sande stehend, in der Ferne Charlottenhof, nicht höher als bis zum Knie des Königs reichend. Solche Ansicht wäre nur naturmöglich, wenn der Maler sich auf den Boden legt, oder wenn die Figur auf einem Berge steht, der Beschauer unten. Reutlinger hat einige hübsche Bilder, wo die Figuren in die Wolken ragen, ebenso Robinson; die unbestimmten Wolkenformen heben die Figur, leicht kann man das helle Gesicht gegen eine dunkle Wolke, das dunkle Haar gegen den hellen Himmel contrastiren lassen. Der Horizont sollte aber nicht tiefer als in Hüfthöhe liegen.

Eine treu gezeichnete Landschaft, aber ohne viel Ausführung, und die nichts enthält, was besonders die Aufmerksamkeit auf die Linear-Perspective des Bildes lenkt, in der also Horizontallinien möglichst vermieden sind, kann stets von Wirkung sein, und braucht, wenn sie auch nicht absolut genau ist, doch keine handgreiflichen Fehler zu enthalten. Einige Hintergründe der Herren Graf und Reutlinger zeigen dieses vortrefflich. Wer in dieser Hinsicht einen guten Hintergrund erhalten will, wende sich an Hrn. v. Plessen, Decorationsmaler in Berlin.

Was nun die Beleuchtung des Hintergrundes anbetrifft, so mag es schwierig sein, vollkommene Uebereinstimmung zwischen der Beleuchtung des Sitzenden und der Beleuchtung der Gegenstände des Hintergrundes herzustellen. Es ist erforderlich, bei den verschiedenen Klassen der zu Portraitirenden, die Beleuchtung manchmal zu ändern; die einen erfordern mehr Oberlicht, die anderen seitliches Licht, und wieder andere müssen von vorne beleuchtet werden, während die Beleuchtung des Hintergrundes schon feststeht.

Dies verursacht Schwierigkeiten; sind aber die Hintergründe ursprünglich so gemalt, dafs sie zu der allgemeinen Beleuchtung des Zimmers passen, und stechen Licht und Schatten nicht zu scharf gegen einander ab, so können auffallende Fehler mit grofser Leichtigkeit vermieden werden. Man nehme jedoch für landschaftliche Hintergründe mehr Oberlichtbeleuchtung, die der freien atmosphärischen besser entspricht; für Zimmerdecoration nehme man mehr Seitenlicht, entsprechend der Fensterbeleuchtung. Es würde natürlich unerträglich sein, wenn der Sitzende von rechts her beleuchtet wird, während die Beleuchtung auf dem gemalten Hintergrunde von links geschieht.

Oft trifft man in Hintergründen wunderliche Gegenstände zusammen. Tapezirte Zimmer, nur durch eine Balustrade von einer felsigen

Küste oder einer öden Haide getrennt; Damen in Ballkleidern mitten unter düstern Felsen und unter stürmischem Himmel sitzend etc. etc. — dies sind Thorheiten, die nur durch Gedankenlosigkeit, nicht absichtlich hervorgebracht sind, und die hier nur einer vorübergehenden Verurtheilung bedürfen. Ebenso verdammenswerth sind die Zusammentragungen von gothischen, Renaissance- oder Roccocomöbeln. Hier halte man auf Styl.

Noch machen wir auf eines aufmerksam, dafs eine wirkliche plastische Decoration (sei es ein Pilaster, eine Leiste, ein aufgehängtes Bild, eine Uhr), wenn sie in richtigen stumpfen Farben gewählt wird, unendlich wirkungsvoller im Bilde erscheint als die geschickteste Malerei, der man stets die Pappe ansieht*). Loescher und Petsch haben daher wirkliche und nicht gemalte Objecte der Art in den Hintergrund eingeführt.

Freilich ist es in gröfsern Städten leicht möglich, sich gute Hintergründe zu beschaffen, aber in den kleinen Städten hat es mehr Schwierigkeiten. Der Photograph läfst sich nach irgend einem photographischen Muster, welches der Reisende einer betreffenden Handlung ihm vorlegt, einen Hintergrund nach seinem Geschmack senden. Das Muster sah sehr hübsch und wirkungsvoll aus, bei der Benutzung aber wirkt alles anders. Was nun? Aendern ist schwer, also bleibt es so, und fürchterliche Dinge kommen da zur Welt. Und doch liegt dies hier nicht am Muster, sondern am Photographen. Das Muster wurde jedenfalls unter ganz anderen Verhältnissen aufgenommen.

Sollten manche Stellen zu grell wirken, so empfiehlt Grafshoff**) Folgendes behufs der Hintergrundretouche. Man nehme in einem Leinwandballen etwas gelbbraune Farbe in Pulverform, z. B. Goldocker oder Umbra, und überreibe damit die zu hell zeichnenden Stellen; der gelbe Ton bewirkt ein dunkleres Zeichnen. Die zu dunkel kommenden Stellen überreibe man auf ähnliche Weise mit etwas Schlemmkreide. Auf diese Weise kann man sich sehr häufig helfen, und dadurch, ohne Maler zu sein, bewirken, dafs zu unruhig zeichnende Hintergründe viel bessere Effecte hervorbringen.

Zum Schlufs einige beachtenswerthe Winke von Herrn Kurtz in Newyork:

„Oft findet man in einem Schaukasten von 18—20 Bildern auf allen einen und denselben Hintergrund bei den verschiedensten Personen in den abweichendsten Costümen angewendet, so dafs man oft schon an dem Hintergrunde eines Bildes erkennen kann, aus wessen Atelier es hervorgegangen ist. Dies ist, geradezu gesagt, die reine Fabrikarbeit und dabei hat vielleicht auf 10 Bildern nur ein Hintergrund das richtige Mafs der Färbung, das heifst: nur in einem hob

*) Von der unrichtigen Perspective zu schweigen.

**) Siehe Photographische Mittheilungen 1868 No. 49.

Gesicht und Figur sich durch den harmonischen Contrast ihrer beiden Farbentöne ab. Dies gilt schon für glatte Hintergründe ohne Zeichnung, noch mehr aber für die Phantasiehintergründe.

Der Photograph mufs stets eingedenk sein, dafs er seine Effecte durch total andere Mittel hervorbringen mufs als andere Künstler. Daher thut man besser, das, was rechtlich der Photographie gehört, gut auszuführen, als von Neuerungen, welche jeder künstlerischen Richtung entbehren, etwas Gutes zu erwarten. Hat man einen breiten Hintergrund und vor demselben noch viel Raum, so stelle man denselben näher oder ferner und mache ihn dadurch, wie es zu der Figur pafst, heller oder dunkler.

Die besten Phantasiehintergründe, die ich gesehen habe, kamen von Paris. Die Figur hob sich gut gegen eine kräftig gemalte Parkscene ab, welche auf der einen Seite einen schönen Lichteffect besitzt, der durch eine ausgezeichnet ausgeführte, obgleich wenig detaillirte Buschpartie noch unterstützt wird; der Vordergrund pafst ganz hierzu; er besteht aus natürlichen Pflanzen, Steinen etc.

Ein Bild, welches eine Dame in ganzer Figur darstellte, machte den Eindruck, als ob der Hintergrund expreſs für die Figur gemalt sei, so ausgezeichnet harmonirten beide miteinander, doch leider war dies nur bei diesem Bilde allein der Fall. Bei einigen — es waren im Ganzen 10—12 Bilder — war der Hintergrund zu dunkel, z. B. bei einer weifs gekleideten Dame, bei andern zu flau. Doch kehren wir zu der Betrachtung der einfachen Hintergründe für Kopf- und Brustbilder zurück. Dafs man für alle Personen nicht ein und denselben Hintergrund anwenden kann, ist begreiflich. Es giebt hierüber viele Regeln, doch ist es, genau genommen, Sache des Gefühls.

Für Kopf- und Brustbilder ist ein mittelgrauer Hintergrund von wollenem Material ausreichend; man kann aus ihm nach Bedürfnifs je nach dem Winkel, den er mit dem Lichte bildet, einen hellen oder dunklen machen. Man erklärt oft Bilder nur wegen des Hintergrundes für schlecht, weil dieser oft die Aehnlichkeit beeinträchtigt; setzt man z. B. eine Blondine vor einen hellen Hintergrund und vignettirt wohl noch gar beim Drucken, so wird, weil Blondinen und besonders das blonde Haar derselben sich an und für sich schon dunkler photographiren und der helle Hintergrund dies noch mehr hervortreten läfst, der Contrast noch stärker. Daher kommen denn auch Ausrufungen wie: „Gar kein Gedanke von Ihrem schönen hellen Haar!“ „Sie sehen ja fast wie eine Brünette aus“ etc. und sie haben völlig Recht. Alle blonden Köpfe müssen gegen dunkle Hintergründe gestellt werden. Soll das Papier vignettirt werden, so färbe man das Papier rings um den Kopf so weit dunkel, dafs der Papierton gerade weggenommen wird; hierdurch wird die Helligkeit des Kopfes erhalten, und man bekommt, da alles Andere dunkler ist, durch geeigneten Contrast den Effect einer Blondine. Dieselbe Regel findet im umgekehrten Falle auch Anwendung. Man kann einem dunkeln, sonnverbrannten Herrn durch einen kräftigen dunkeln Hintergrund ein ziemlich helles Aussehen geben, doch leidet stets hierunter die Aehnlichkeit und man thut besser, einen hellen Hintergrund anzuwenden, da dieser sogleich ein brünettes Aussehen erzeugt; noch mehr: der Hintergrund mufs dem Kopf von allen Seiten Relief geben und nicht, wie man bei vielen Photographen sieht, nur auf einer Seite.

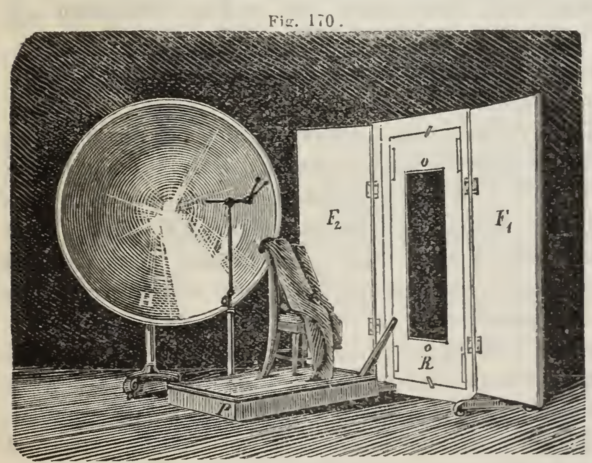
Man denke sich die Lichtseite des Gesichtes einer Dame gut ab-

gehoben, während die Schattenseite und der Hintergrund dieselbe Färbung haben, so fallen diese beide natürlich zusammen und das ganze Bild taugt nichts, während es ganz gut geworden wäre, wenn man den Hintergrund um einen halben Fufs vorgerückt hätte und ihm so eine etwas hellere Färbung gegeben hätte. In der Natur hat das Gesicht durch seine Farbe, die es von dem Hintergrunde unterscheidet, vollkommen genug Relief und dies ist der Vortheil, den der Portraitmaler vor dem Photographen voraus hat. Wir Photographen haben eine bestimmte Scala von Tinten, welche zwischen dem reinsten Weifs (Papierton) und dem tiefsten Schwarz liegen; der Maler hat hingegen diese und noch bedeutend mehr, da er diese Tonungen mit jeder einzelnen Farbe hervorrufen kann. So erscheint das Relief des Gesichtes gegen den Hintergrund auf der matten Glasscheibe vollkommen gut, während auf dem Negative beide zusammenfallen und nicht von einander zu unterscheiden sind, wenn die Färbungen gleich sind."

Herr Kurtz wendet aufser den flachen Hintergründen noch cylindrisch gekrümmte an. Es ist klar, dafs solche unter passendem Lichteinfall sich wie ein Cylinder abtonen, d. h. eine sanft verlaufene Fläche, von hell in dunkel übergehend, zeigen werden. Denkt man sich eine Person neben einem Fenster, so wird diese an der Fensterseite hell, auf der andern dunkel erscheinen; denkt man sich hinter die Person einen cylindrischen Hintergrund, der seine hohle Seite der Person zuwendet, so wird dieser Hintergrund gerade umgekehrt abgetont erscheinen, d. h. an der Fensterseite dunkel, an der andern hell.

Herr Kurtz benutzt aufserdem in neuester Zeit einen nicht blos cylindrisch, sondern schüsselförmig gekrümmten Hintergrund, eine Art Hohlkugel. Diese wird, ebenso gestellt, wie oben der cylindrische, eine Abtonung nach allen Seiten hin zeigen, nicht blos von rechts nach links. Beifolgende Figur zeigt diesen Hintergrund und zugleich den eigenthümlichen Reflectirschim des Hrn. Kurtz, ein einfacher, mit weifsem Papier bezogener Holzrahmen mit 2 Flügeln $F_1 F_2$, der zwischen die Person und Apparat gebracht wird und durch passende Drehung von F' und F'', ferner durch Näher- und Fernerstellen die Auflichtung der Schatten auf, das Vollkommenste ermöglicht. Das Postament P ist beweglich und gestattet durch leichte Drehung die Wendung der Person, ohne dafs diese deshalb aufzustehen braucht.

Fig. 170.



Ein für allemal beachte man Folgendes: Alles, was in das Bild hineingetragen ist, Tischdecken, Gardinen, Möbel, mufs sich

unterordnen, es darf nicht stärker wirken als die Person. Es mufs sich zusammenordnen, d. h. die Umrisse und Linien des Portraits und seines Costümes müssen mit den Umrissen und Linien der oben angeführten Gegenstände zu einem gefälligen Ganzen zusammenfliefsen.

Je weniger man solche Nebendinge nöthig hat, desto besser ist es. Der gemalte Hintergrund wird immer ein Nothbehelf bleiben. Fehlerhaft ist es, wenn der Hintergrund, wie auf neueren Genrebildern, über $\frac{3}{4}$ der Fläche des Bildes einnimmt. Die Gröfse der Figur mufs zu dem Raum im Bilde im gewissen Verhältnifs stehen.

Man kann unter Umständen mit fabelhaft wenig Raum neben der Figur auskommen, ohne dafs der Rahmen zu eng erscheint. Man sehe Rafael's Madonna Sedia, welche drei Figuren im engsten runden Rahmen zusammengedrängt enthält, ohne dafs dieses unangenehm empfunden würde.

Wie eine zu kleine Figur auf einer grofsen leeren Karte wirkt, sieht man am besten an Medaillonbildern, die man nicht selten mit dem Visitenkartenapparat mit weiter Distanz aufnimmt; auf dem vollen gedruckten Blatte erscheinen die Körper viel kleiner als wenn man Kopf und Brust ausschneidet und für sich fafst.

Auch ist es bekannt, dafs eine stehende Figur schlanker erscheint, wenn der Kopf oben nahe an den Rand des Bildes stöfst und rechts und links viel breiter leerer Raum bleibt; umgekehrt erscheint die Figur dicker, wenn viel Oberraum und wenig Seitenraum gelassen ist.

Wie bedeutend Requisiten mitwirken können, erhellt aus der Mittheilung des Herrn Prümm.

Eine nur 4 Fufs grofse Dame beschwerte sich bei diesem, dafs sie auf ihren Bildern immer so klein aussehe. Herr Prümm wufste sich zu helfen,*) er stellte die Dame neben einen niedrigen Kindertisch vor leerem Hintergrund, und photographirte Kniestück, Tisch und Figur unten abgeschnitten. Gegen den kleinen Tisch erschien das Dämchen wunderbar grofs und die Bestellerin war überglücklich darüber. Solche Contraste helfen in vielen Fällen aufserordentlich.

Dasselbe, was wir in Bezug auf Unterordnung beim Hintergrunde gesagt haben, gilt auch noch in viel höherem Mafse bei dem Vordergrund. Es ist fehlerhaft, in denselben einen Teppich mit auffallendem Muster und gar in grellheller Farbe zu legen. Solche „Dessins“ wirken namentlich häfslich, wenn ihre Figuren nicht mit denen des Bildes zusammengehen.

Ein in stumpfen Farben gehaltener Teppich mit möglichst ruhigem Muster ist die einfachste Unterlage für Vollfiguren. Sehr oft wird der

---

*) Siehe Photogr. Mittheil. 1870, Januarheft.

einfache glanzlose Fufsboden oder ein Grasteppich noch besser wirken, letzterer natürlich nur vor einem Parkhintergrund.

Schliefslich mufs eine harmonische Verbindung zwischen Boden und Hintergrund in Form und Farbe existiren. Wenn letzterer vom Boden 1 Zoll entfernt schwebt und durch eine dicke schwarze Kante im Bilde deutlich von ersterem getrennt ist, so merkt man dem Bilde das Coulissenartige an. Eine simple Latte oder Borde verrichtet den Dienst der Ausfüllung des leeren Raumes ganz vortrefflich. Dafs eine Figur auf einen meilenweit entfernt gedachten Landschaftshintergrund nicht Schatten werfen darf, ist selbstverständlich. Eine gewisse Entfernung der Person von der Hintergrundleinwand ist nothwendiges Erfordernifs.

Doch nun zum Schlufs. Derselbe wird dem Lernbegierigen vielleicht zu früh kommen, dem Ungeduldigen zu spät.

Wir können hier nur Abrisse geben. Das Gebiet der Kunst ist ebenso unabsehbar wie das Gebiet der Wissenschaft und Mancher wird rufen: Zuviel — zuviel! Wie können wir praktischen Photographen auf alle diese Kleinigkeiten achten? Anordnung, Umrisse, Gewand, Hintergrund, Requisiten, Perspective, Stellung, Beleuchtung etc. etc. Das ist allerdings zuviel für den Bequemen, für den Gedankenlosen, aber nicht für den Strebsamen.

In der Welt der Kunst haben selbst die gröfsten Meister ihre höchsten Erfolge nur durch rastloses Studium, durch unsägliche Mühe und Arbeit erreicht. Man sehe sich die Studienblätter Rafael's an, sie sind stumme und doch beredte Zeugen der colossalen Vorarbeiten, welchen sich dieser gröfste Maler aller Zeiten unterzog, ehe er an die Schöpfung der Disputa, der Schule von Athen, der Sybillen und anderer Meisterwerke ging. Und glücklich können wir uns schätzen, dafs die Photographie nicht blos mechanisches Handwerk ist, sondern auch in dieser Technik der intelligente und strebsame Künstler immer den mechanischen Arbeiter überflügeln wird.

Möge demnach der Schüler nicht ermüden, sondern das Sokratische Wort beherzigen:

Das Schöne ist schwer!

Nachtrag.

I. Photochemie.

Tessié de Mothay's Druckverfahren (zu Seite 32).

Tessié exponirt eine Gelatinechromatschicht auf Kupfer unter einem Negativ und wäscht sie in kaltem Wasser. Es wird dadurch nicht etwa die unveränderte Gelatine weggenommen, sondern blos das Chromsalz. Bei dieser Behandlung mit Wasser absorbirt die Gelatine Feuchtigkeit um so kräftiger, je weniger sie vom Lichte verändert worden ist, so dafs also die am stärksten vom Licht veränderten Stellen gar kein Wasser zurückhalten, und die Halbtöne um so weniger, je stärker sie belichtet worden sind.

Eine solche Schicht befindet sich demnach in demselben Zustande, wie ein lithographischer Stein; geht man nämlich mit der Schwärzewalze darüber, so wird die Schwärze um so kräftiger zurückgestofsen werden, je feuchter die Schicht an den betreffenden Stellen ist; die ätroknen und halbtrocknen Stellen werden dagegen die Schwärze festhalcen und im umgekehrten Verhältnisse ihres Feuchtigkeitsgehalts. Auf diese Weise entsteht eine Tonabstufung in fetter Schwärze, und läfst man die eingeschwärzte Schicht mit einem Bogen durch die Presse gehen, so erhält man einen Abdruck mit allen Halbtönen.

Hinsichtlich Tessié's Verfahren ist zu bemerken, dafs sein hauptsächlichster Fehler darin bestand, dafs die Gelatineschicht den Druck nicht aushielt und schon nach 50 oder 70 Copieen herunterging. Dieses suchte Albert zu vermeiden durch eine Vorpräparation der Unterlage, und als solche nahm er nicht Metall, sondern Spiegelglas.

Albert's Verfahren. (Lichtdruck.)

Eine ungefähr $\frac{5}{8}$ Zoll dicke Spiegelplatte wird mit folgender Lösung überzogen: Wasser 300 Theile, Albumin 150 Theile, Gelatine 15 Theile, rothes chromsaures Kali 8 Theile.

Man läfst trocknen und exponirt die Platte ungefähr zwei Stunden, die Glasseite oben, dem Licht, indem man ein schwarzes Tuch dahinter legt. Die so belichtete Platte wird mit folgender Lösung überzogen: Gelatine 300 Theile, rothes chromsaures Kali 100 Theile, Wasser 1800 Theile.

Die mit der Lösung überzogene, dann getrocknete Platte wird unter einem Negativ exponirt, dann gewaschen und schliefslich wie ein lithographischer Stein eingeschwärzt und gedruckt. Die Drucke zeigen die schönsten Halbtöne.

Eine sehr wichtige Rolle dürfte das Drucken selbst spielen und erfordert dieses sicherlich mancherlei Finessen und Vorsichtsmafsregeln, sowie grofse Routine.

II. Photographische Optik.

Ueber Lichtabsorption in feuchten und trocknen Platten

machte Ommeganck einige interessante Versuche. Zwei sensibilisirte feuchte Platten wurden hinter einander gelegt und in derselben Cassette exponirt. War das Collodion stark jodirt, so zeigte die zweite Platte nur Spuren eines Bildes (von den durch die erste Platte gegangenen Lichtstrahlen herrührend); war das Collodion schwach jodirt, so war das Bild der hinteren Platte fast ebenso kräftig, als das der vorderen. Bei Anwendung einer Trockenplatte war das Bild auf der (feuchten) Hinterplatte sogar kräftiger. Ommeganck sieht in dieser Lichtdurchlassung die Ursache der geringen Empfindlichkeit der Trockenplatten und schlägt vor, undurchsichtige Gläser für dieselben zu benutzen und die gewonnenen Negativhäute abzuziehen.

Ueber chemische Wirkung des rothen, gelben und grünen Lichtes.

Dafs rothes, gelbes und grünes Licht keineswegs chemisch unwirksam ist, geht am besten aus der Erzeugung farbiger Photographieen hervor, in denen gerade diese Farben am ausdruckvollsten sind. Auch hat J. Herschel bereits 1841 nachgewiesen, dafs Eisensalze für rothe und sogar ultrarothe Strahlen sehr wohl empfindlich sind.

Fluorsilber zeigt ferner nach Draper Empfindlichkeit gegen das gelbe Licht. Derselbe Forscher hat gefunden, dafs die Zersetzung der Kohlensäure durch grüne Pflanzenblätter keineswegs im blauen, sondern vielmehr im gelben und grünen Licht erfolgt.

Tabelle der chemischen Intensitäten des blauen Himmelslichtes für Berlin an 12 verschiedenen Tagen des Jahres,

berechnet von K. Schwier (s. S. 142, 143).

	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
21. Januar	23,01	21,93	18,64	12,79	2,77				
21. Februar	29,95	29,12	26,53	21,65	14,07	2,77			
22. März	34,95	34,40	32,62	28,99	23,00	14,30	2,77		
22. April	37,68	37,45	36,55	34,40	30,42	24,05	15,11	2,77	
22. Mai	38,26	38,19	37,77	36,48	33,69	28,73	21,56	11,95	2,77
21. Juni	38,35	38,28	38,02	37,01	34,59	30,24	23,71	14,65	5,94
22. Juli	38,26	39,19	37,77	36,48	33,69	28,73	21,56	11,95	2,77
22. August	37,64	37,41	36,48	34,29	30,24	23,80	14,76	2,77	
23. September	34,95	34,40	32,62	28,99	23,00	14,30	2,77		
22. October	29,63	28,86	26,07	21.28	13,61	2,77			
21. November	23,01	21,93	18,64	12,79	2,77				
21. December	19,74	18,64	15,43	9,21					

III. Praxis der Photographie.

Ueber die Reproduction von Zeichnungen ohne Camera.

Von Mr. Walker (zu Seite 375).

Mr. L. E. Walker, der Vorsteher der photographischen Arbeiten für die Schatzkammer-Abtheilung in Washington, welche grofsentheils in der Reproduction von architektonischen Plänen und Zeichnungen

bestehen, wendet ein Verfahren an, Zeichnungen durch eine Art Naturselbstdruck zu copiren, doch lehnt er den Namen des Erfinders von sich ab, aber unstreitig ist es das Verdienst Walker's, das Verfahren modificirt und sehr vervollkommnet zu haben. Er beschreibt es folgendermafsen:

1. Die zu copirende Zeichnung mufs auf dünnem Papier oder noch besser auf Paus-Leinen gemacht werden; man nehme möglichst dunkle Schwärze oder andere Farben, die stark genug sind, um keine wirksamen Strahlen durchzulassen. Man mache die Linien möglichst scharf und mit einem Striche, damit sie nicht gebrochen erscheinen.

2. Herstellung der Negative. Man nehme gut gesalzenes, glattes, stumpfes Papier (s. u.), silbere es und räuchere es 10 bis 15 Minuten in Ammoniak. Dann lege man in den Copirrahmen die Zeichnung, das Bild nach oben, lege das sensitive Papier darüber, und schliefse. Bei hellem Sonnenschein genügt eine Exposition von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten für ein völlig ausgeprägtes Bild. Man exponire nicht zu lange, da sonst die schwachen Linien zusammenlaufen und federig werden. Man wasche das überflüssige Silber weg, tone schwach und fixire wie jeden andern Druck; hierauf wasche man das Bild tüchtig und hänge es so zum Trocknen auf, dafs es sich möglichst wenig runzelt. Das Negativ ist dann fertig, schnell und wohlfeil, und fähig, jede beliebige Zahl von Positiven zu liefern, die in jeder Beziehung dem Original gleichkommen.

3. Herstellung der Positive. Man lege das Negativ mit der Rückseite nach unten auf die Spiegelscheibe des Copirrahmens, bringe den lichtempfindlichen Bogen darauf und exponire.

4. Salzung des Papiers. Man mache ein Bad aus 2,5 Grammen Salmiak und 2,5 bis 3 Grammen Gelatine auf 480 Gramme (heifses) Wasser und tauche hier die Bogen 2 bis 3 Minuten ein, worauf man sie in einem warmen Zimmer zum Trocknen aufhängt.

5. Sensibilisiren des Papiers. Man pinsele den Bogen mit einer schwachsauren salpetersauren Silberoxydammoniaklösung 1 : 16, trockne ordentlich und räuchere dann 15 Minuten in Ammon. [Silberoxydammonlösung stellt man dar, indem man zu einer Silberlösung 1 : 10 langsam und unter Umrühren Ammoniak tröpfelt, bis der zuerst entstandene Niederschlag wieder aufgelöst ist. Dann setze man tropfenweise Salpetersäure zu, bis das Ganze sehr schwach sauer reagirt.]

6. Das Tonen, Fixiren und Waschen. Man füge zu 1750 Grammen Wasser 1 Gramm Goldchlorid und 1 Gramm Platinchlorid, neutralisire mit kohlensaurem Baryt, schüttele es gut um und setze es 4 oder 5 Tage an einen warmen Ort, bis es zum Gebrauch fertig ist. Dies ist die Vorrathlösung. Zwei oder 3 Stunden vor Gebrauch füge man 1 Gramm neutrale Goldchloridlösung 1 : 16 auf jeden Albuminbogen zu, oder ungefähr $\frac{1}{3}$ Gramm bei gewöhnlichem Papier. Das Tonen führe Jeder nach seinem besonderen Geschmack aus.

Herr Walker hält dieses Tonbad für sehr sparsam, da man es monatelang gebrauchen kann.

Wir haben den Procefs möglichst genau beschrieben, da er sehr brauchbar ist. Ehe das Albuminpapier aufkam, benutzte man wohl beim Verluste eines Negativs einen Papierdruck statt des Negativs zur Vervielfältigung. Jetzt macht man aus der Noth eine Tugend, doch in anderer Richtung.

Verarbeitung der Silberrückstände.

Von der grofsen Quantität Silber, welches die Photographen namentlich beim Positivprocefs in Arbeit nehmen, finden sich nach Davanne ungefähr

a) 3 pCt. in dem fertigen Bilde wieder;
b) 7 pCt. sind im festen Zustande enthalten in den Abtropfpapieren, den Filtern, den Papierabschnitzeln und den Papierstücken, mit welchen verspritzte und verschüttete Tropfen des Silberbades aufgewischt sind;
c) 50 bis 55 pCt. sind als Silbersalz aufgelöst in dem Waschwasser der belichteten Papiere;
d) 30 bis 35 pCt. sind in das Fixirbad übergegangen;
e) 5 pCt. höchstens sind in dem Fixir-Waschwasser der fertigen Bilder enthalten.

Die Wiedergewinnung dieser Rückstände ist demnach ein Geldpunkt von bedeutendem Werth.

Gewöhnlich sammeln Photographen die ersten Waschwässer (*c*) in einer Tonne und schlagen das aufgelöste Silbersalz durch Kochsalz nieder. Man vermeide zu grofsen Ueberschufs desselben, indem sich dann das Chlorsilber sehr langsam absetzt.

Nach 24 Stunden zieht man die klare Flüssigkeit vom Niederschlage ab und sammelt von Neuem Silberwasser auf. Nach monatelanger Wiederholung des Processes bringt man den Chlorsilberschlamm auf ein Tuch, wäscht ihn mit Wasser aus und trocknet ihn.

Der aus dem Entwicklerablauf (Negativprocefs) niedergeschlagene Silberschlamm kann diesem Chlorsilber beigefügt werden.

Zum Reduciren der trocknen Masse ist der Schmelzprocefs der geeignetste.

Man erhitzt einen guten hessischen Tiegel im Windofen zur hellen Rothgluth und trägt portionenweise folgendes völlig trocknes Gemenge ein:

Chlorsilberrückstand	3 Theile,
wasserfreies kohlensaures Natron	1—1½ -

Es ist gut, den Tiegel vorher mit Kreide oder weifsem Thon auszureiben.

Man schmilzt, nachdem alles eingetragen ist (es schäumt dabei stark auf), bis die Masse ruhig fliefst, dann läfst man erkalten, zerschlägt den Tiegel und nimmt den Silberkuchen heraus.

Liesegang empfiehlt Niederschlagen des Silbers mit oxalsaurem Natron oder Kali als oxalsaures Silber, welches leichter wie Chlorsilber reducirbar ist.

Fixirnatronwässer werden besonders gesammelt, am besten in Töpfen von Steingut, so grofs, dafs sie die Waschwässer von zwei Tagen, resp. die Fixirbäder und das erste Waschwasser nach dem Fixiren von 4 bis 6 Tagen aufnehmen können. In jeden derselben werden einige blank gescheuerte Kupferplatten ohne weitere Befestigung gestellt, am besten zwei gröfsere sich gegenüberstehende, welche man gegen die Wandung der Töpfe lehnt. Auf diese Platten setzt sich, soweit sie in die eingegossenen Flüssigkeiten reichen, das metallische Silber in 48 Stunden ab, welches man von Zeit zu Zeit mit einer harten Bürste abreibt. Man kann den abgesetzten Niederschlag so-

gleich herausnehmen oder so lange darin lassen, bis man zu einer Schmelzung genug zu haben glaubt. Jedenfalls mufs man aber nach dem Abbürsten das Pulver sich vollständig setzen lassen.

Nach dem Herausnehmen wird es je nach der Menge durch Papier oder feine Leinewand filtrirt, und an der Luft oder auf einem warmen Ofen getrocknet.

Dann mischt man:

100 Theile des ausgewaschenen und getrockneten Silberpulvers,
mit 50 - geschmolzenen und pulverisirten Borax,
25 - geschmolzenen und pulverisirten Salpeter.

Der Salpeter soll die beim Abbürsten abgeriebenen Kupfertheilchen oxydiren. Der Tiegel wird ungefähr ein Drittel mit der Mischung gefüllt, und wenn nach dem Eintragen das Schäumen aufgehört hat, giebt man noch 20 Minuten scharfes Feuer, läfst den Tiegel erkalten und zerschlägt ihn. Der erhaltene Metallklumpen enthält noch ein wenig Kupfer, welches aber keinen Schaden bringt, und kann nur zur Herstellung von Silbersalz in Salpetersäure aufgelöst werden.

Silberhaltige Papiere werden gesammelt, auf einem geeigneten Heerd verbrannt, und die Asche auf einen Haufen zusammengekehrt und zur vollständigen Verbrennung aller organischen Stoffe noch eine Zeit lang der Hitze ausgesetzt.

Man macht dann ein Gemenge von

100 Theilen Asche,
50 - trocknem kohlensaurem Natron und
25 - Quarzsand.

Die Schmelzung geht leicht von Statten und man erhält eine Ausbeute an Silber von 20 bis 60 pCt. der Asche, je nach der Zusammensetzung der Papiere.

Ueber technische Fehler.

Die Zahl der Fehler im photographischen Procefs ist Legion. Schuld derselben sind einerseits die Veränderlichkeit unserer Apparate und Lösungen, und über die dadurch hervorgerufenen Fehler ist in den Capiteln über Wartung ausführlich gesprochen worden. [Wer jene Capitel sorglich studirt hat und das Gelernte anzuwenden weifs, wird zahlreichen Fehlern sofort zu begegnen wissen.] Andrerseits liegt ein sehr grofser Theil an der Unachtsamkeit oder Ungeübtheit des Operateurs.

Wer nicht bei jeder Arbeit mit der gröfsten Gewissenhaftigkeit zu Werke geht, der wird Zeit seiner Praxis mit Fehlern zu kämpfen haben. Gewisse Fehler, als unrichtige Stellung, mangelhafte Beleuchtung und unrichtige Expositionszeit, werden jedem Anfänger passiren, sie lassen sich nur durch lange Uebung vermeiden.

Die Fehler im Negativprocefs

machen sich meistentheils schon beim Entwickelungsprocefs kennbar. Daher ist es dringend gerathen, eine Platte nicht eher zu verstärken und fertig zu machen, als bis man sie nach dem Entwickeln, Abspülen und Reinigen der Rückseite auf das Genaueste auf etwa vorhandene Fehler geprüft hat.

Der Hauptfehler ist der Schleier*), d. i. ein allgemeiner Silber-Niederschlag, der die ganze Platte, Licht wie Schatten, auch diejenigen Theile, welche gar nicht dem Lichte ausgesetzt gewesen sind, gleichmäfsig überdeckt. Die Ursachen desselben sind sehr vielfältiger Natur: *a*) das sogenannte Dunkelzimmer läfst wirksames Licht ein (Verfasser arbeitet nur bei gedämpftem Lampenlicht); *b*) man hat die Platte starkem Lampenlicht lange ausgesetzt; *c*) die Camera oder Cassette hat Löcher (im letzteren Falle entstehen nur Flecke gegenüber den Oeffnungen); *d*) es fällt helles Licht ins Objectiv (letzteres passirt öfter, wenn die Camera einer Gardinenöffnung, resp. dem hellen Himmel gegenübersteht, siehe S. 249, 250 und 378); *e*) das Collodion ist alkalisch, in diesem Falle helfen einige Tropfen Jodtinctur dem Uebel ab; *f*) das Silberbad ist alkalisch (s. S. 255), Abhülfe Säurezusatz (s. S. 285); *g*) das Silberbad enthält organische Substanzen, in solchem Falle ist gewöhnlich die Platte sehr unempfindlich, Abhülfe: übermangansaures Kali (S. 285); *h*) das Bad enthält salpetrigsaures Silber (s. S. 42 und 255). Die übrigen Fehler rangiren nach ihrem Ursprung.

Originalfehler.

Manche, dem Auge kaum merkbare gelbe Fleckchen im Original (Sommersprossen, Eisenflecke auf Papier etc. etc.) offenbaren sich in der Photographie in ganz auffallender Weise, und werden zuweilen den Chemicalien zugeschrieben.

---

*) Wir nehmen die Specialbesprechung dieses Fehlers aus praktischen Rücksichten voraus.

Putz- und Reinigungsfehler.

1) Silberglänzende Niederschläge zwischen Collodionhaut und Glas (am besten von der Rückseite sichtbar) entstehen bei schlecht gesäuerten (S. 260) oder alten, oft benutzten und nachlässig behandelten Platten (S. 281). Abhülfe: 12stündiges Beizen in chromsaurer Kalilösung (S. 260). Sollte dieses Mittel fehlschlagen, so sind solche Platten dennoch nach einer Vorpräparation mit Eiweifs zu benutzen (S. 335).

2) Moosförmige Zeichnungen, namentlich von der unteren Kante ausgehend. Unreine Cassetten (S. 247, 280).

3) Schmutzränder oder -Flecke, von den Kanten ausgehend und sich mehr oder weniger weit in die Mitte erstreckend, rühren von mangelhafter Reinigung der rauhen Plattenkanten her, oder von deren nachträglicher Beschmutzung durch Aufstellen der geputzten Platten auf schmutziger Unterlage (Tisch, Papier, Plattenhalter, s. S. 283) oder durch Anfassen mit Schmutzfingern.

4) Putzstreifen offenbaren sich deutlich als solche durch Wiedergabe der Richtung der Putzbewegung selbst Ritzen im Glase geben häufig Veranlassung zu Streifen, wenn Putzpulver darin sitzen geblieben ist.

5) Helle, unregelmäfsige Punkte und kurze Striche rühren von Staub und Holzfasern her, die beim Oeffnen der Cassette auf die Platte fallen.

Collodionfehler.

1) Die Platte kommt mit einem durchsichtigen, unempfindlichen Rande aus dem Bade; solcher rührt von zu spätem Eintauchen nach dem Collodioniren her (S. 265).

2) Die Schicht ist mürbe und reifst leicht im Bade. Zu zeitiges Eintauchen (S. 265); zu altes Collodion.

3) Die Schicht ist ungleich dick — Folge des ungleichen Ueberzugs.

4) Flecke, die von der Fingerecke ausgehen (S. 265).

5) Dicke und dünne streifenartige Stellen — Folge von Luftblasen, die erst am Schlusse des Collodionirens geplatzt sind, ebenso oft Folge ungleichen Trocknens durch Einflufs der Wärme der Finger oder der Verdunstung von auf der Rückseite der Platte gelaufenem Collodion, auch Folge von altem Pyroxylin, welches sich schlecht löst.

6) Diagonalstreifen, s. S. 265.

7) Kometenartige schwarze Flecke — Ursache: frischjodirtes, noch wenig abgesetztes Collodion. Weifse und schwarze wurm- oder schlangenförmige Linien kommen ebenfalls bei jungem, wenig abgesetztem Collodion vor, namentlich bei Anwendung von schwerlöslichen Kalisalzen; sie verschwinden nach dem Absetzenlassen oder Filtriren.

8) Kreuzförmige Schraffirungen bilden sich leicht in starker Kälte.

9) Schwarze unregelmäfsige Flecke — Schmutz vom Halse der Collodionflasche (S. 283).

10) Collodion, das anfangs trefflich arbeitet, giebt nach kurzer Zeit mangelhafte Platten — Ursache: Verunreinigung beim Zurückfliefsen (s. S. 283).

11) Unempfindlichkeit findet sich bei altem, tief roth gewordenem Collodion.

12) Die Collodionschicht haftet schlecht an der Platte — Ursache: altes saures Bad oder schlecht geputzte Platten, altes Pyroxylin.

13) Schleier (s. o.).

Silberbadfehler.

1) Weifse Eintauchstreifen, theils horizontal geradlinig (bei Cüvetten, S. 267), theils mannigfach gekrümmt (bei Schalen, S. 269), und runde Eintauchflecke von Luftblasen (S. 269).

2) Schwarze Streifen in der Eintauchrichtung (namentlich bei Cüvetten, doch auch beim Silbern in Schalen, die Schicht nach unten (S. 269). — Ursache: zu kurze Silberung (S. 268), sehr altes, mit organischen Substanzen beladenes Bad (S. 285).

3) Schwarze Streifen, vom Haken ausgehend — Ursache: Guttaperchahaken (S. 267).

4) Angefressene Platten — Ursache: das Bad enthält kein oder zu wenig Jodsilber (S. 255).

5) Auffällig durchsichtige, blafs erscheinende, unempfindliche Platten bilden sich zuweilen in sehr starker Hitze — Abhülfe: Abkühlung des Silberbades (S. 369).

6) Spiefse, Kreuze und Schwerter — Ursache: Gehalt an schwefelsaurem Silber (S. 284) oder essigsaurem Silber (S. 255).

7) Die Platten erscheinen wie mit Mehl bestäubt — Ursache: massenhafte Jodsilberausscheidungen in der Hitze (S. 287). Hier hilft nur Filtration und starke Abkühlung.

8) Feine Löcher wie Nadelstiche — Abhülfe: Abkühlung, resp. Restauration nach S. 287.

9) Schwarze Flecke, durch Druck auf die Collodionschicht erzeugt, werden nicht selten durch Glashöcker auf der Cüvettenwand oder den Schalenboden veranlafst.

10) Unempfindlichkeit wird durch starken Säuregehalt veranlafst, ebenso durch organische Substanzen (S. 285).

11) Graue grisselige Flecke werden durch schlechtes Abschäumen verursacht (S. 284).

12) Schleier (s. o.).

13) Flaue Bilder werden oft verursucht durch alte, wiederholt restaurirte Silberbäder (s. S. 287).

Expositionsfehler.

1) Unschärfe oder Doppelcontouren — Ursachen: unscharfe Einstellung, Wackeln des Objects, Erschütterung des Apparats (S. 270).

2) Marmorartige Flecke und Trockenfehler, bei langen Expositionen und in der Hitze, siehe S. 380, 381.

3) Hartes Bild: zu kurze Belichtung (S. 273); flaues Bild entsteht manchmal durch Ueberbelichtung (S. 272), siehe auch oben.

4) Das Bild erscheint ungleich intensiv (ungleiche Beleuchtung, namentlich bei Zeichnungen, S. 377).

5) Schleierähnliche Flecke rühren von Reflexen bei Zeichnungen her (S. 377).

6) Schleier durch Nebenlicht (s. o.).

Entwicklungsfehler.

1) Heller Schein an der Aufgufsseite (s. S. 271).

2) Krumme Linien — Entwicklungsstreifen (s. S. 271).

3) Die Schicht stöfst den Entwickler stark ab — in solchen Fällen enthält der Entwickler entweder zu viel Alkohol (z. B. bei frischen Bädern) oder zu wenig (z. B. bei alten Bädern (s. S. 256).

4) Dunkler Rand bei hellen Objecten an der Aufgufsseite (im Positiv als Lichthof erscheinend) ist ein sehr allgemeiner Entwickelungsfehler.

5) Schleier rühren zuweilen von zu starkem, zu heifsem oder zu schwach saurem Entwickler her (s. o.).

6) Die meisten der obengenannten Fehler gewöhnlich beim Entwickeln erst sichtbar, obgleich sie nicht Entwickelungsfehler sind!

Verstärkungsfehler.

1) Die Verstärkerlösung wird abgestofsen und giebt Flecke (namentlich beim Verstärken mit Eisensalz, s. S. 273).

2) Blasse Flecke bilden sich aus derselben Ursache, wenn der Verstärker (gleichviel welcher) nicht über alle Stellen der Platte gleichmäfsig fliefst.

3) Ein grauer körniger Niederschlag bildet sich, wenn man den Eisenverstärker so lange wirken läfst, bis er trübe wird.

4) Bläuliche Niederschläge in den Schatten bilden sich bei Mangel an Säure (S. 273) oder bei Anwendung alter Pyrogalluslösung (S. 288).

5) Dicke Stellen bilden sich, wenn der Verstärker immer an ein und demselben Fleck aufgegossen wird, namentlich bei langer Verstärkung.

Fixirfehler.

1) Die Platte ist grünlich oder bläulich, dies rührt beim Fixiren von noch Eisensalz (Verstärker) haltigen Platten mit Cyankalium her, und läfst sich durch vorheriges tüchtiges Waschen vermeiden.

2) Schwarze Streifen (meist nur in der Aufsicht erkennbar) — Ursache: zu kalte oder zu dünne Fixage oder ungenügendes Ueberfliefsen derselben.

3) Dünne Stellen bilden sich beim Gebrauche zu starker Cyankaliumlösung (S. 274).

Beim Trocknen erscheinende Fehler.

Die Schicht erscheint regenbogenfarbig und springt ab; dies passirt bei lange verstärkten und kurz belichteten Platten. Man kann solche noch retten, wenn man sie noch halbfeucht mit Lack überzieht, trocken werden läfst und dann in der Wärme noch einmal lackirt.

Lackirfehler.

1) Auflösung der Schicht; 2) matte Schicht; 3) streifige Schicht (s. S. 276.)

Wartungsfehler bei fertigen Negativen (s. S. 309).

Fehler im Positivprocefs.

Silberungsfehler.

1) Luftblasen (s. S. 300).

2) Das Papier stöfst das Silberbad ab; dies rührt von zu starker Trockenheit der Eiweifsschicht her (s. S. 299).

3) Die Silberlösung bleibt beim Trocknen mitten im Bogen in Tropfen hängen; dies wird zum Theil wie Fehler 2) vermieden. Man kann auch die Tropfen durch Fliefspapier wegnehmen.

4) Das Papier wird stark oder zu schwach getrocknet; in solchem Falle copirt es leicht flau oder ungleich (S. 301) oder ruinirt die Negative (S. 300).

5) Braunwerden des Bades (s. S. 313).

6) Grauer Schmutz vom mangelhaften Abschäumen (S. 299).

Copirfehler.

1) Das Bild erseheint flau, die Schatten matt, die hellen Lichter trübe — Ursache: saures Silberbad oder altes oder verdünntes Silberbad (S. 313), zu starkes oder zu schwaches Trocknen (s. o), zu dünne Negative, letztere copire man unter grünem Glas oder lackire dieselben auf der Rückseite mit drachenbluthaltigem rothen Negativlack (1 Theil Drachenblut, 200 Theile Lack).

2) Matte Lichter rühren zuweilen von öfterem Nachsehen bei offenem Tageslicht her.

3) Gelbwerden von langem Copiren (s. S. 318).

4) Braune Streifen — Ursache: Fibrinreste in Eiweifs.

5) Die Copie ist theilweise unscharf — Ursache: schlechtes Anliegen wegen mangelhafter Pressung, oder das Papier wird wellig. Dies passirt, wenn Copirraum und Sensibilisirraum eine auffallend verschiedene Temperatur haben. Abhülfe: Man lasse das Papier nach dem Trocknen ½ Stunde im Copirraum liegen, ehe man es einlegt.

Waschfehler.

1) Schwarze Niederschläge bilden sich durch schwefelhaltige Substanzen im Wasser oder durch Fixirnatronreste in der Schalenwandung, namentlich bei Guttapercha-Schalen (s. S. 303).

2) Braun-schwarze Flecke bilden sich beim Anfassen mit natronhaltigen Fingern.

Tonfehler.

1) Das Bild tont ungleich. Ursache: Mangel an Goldlösung, ungenügendes Bewegen und Ueberfliefsen derselben, Zusammenkleben der Bilder beim Tonen, so dafs die Goldlösung nicht eindringen kann, längeres Liegenlassen der Copieen vor dem Tonen.

2) Das Bild tont gar nicht. Ursache: *a*) Es finden sich Jodsilber oder viel Säure oder viel fremde Metalle im Positivbade (siehe aus Negativbädern hergestellte Positivbäder S. 287). Man dampfe solches Bad (nach Entfernung des Jodsilbers durch vier- bis fünffache Verdünnung) zur Trocknifs ab und schmelze gelinde längere Zeit. Die Säure entweicht, die fremden Metallsalze zersetzen sich dabei grofsentheils; *b*) das Waschwasser ist durch schwefelhaltige Substanzen verunreinigt (s. o.); *c*) es fehlt Gold in der Lösung.

3) Die Lichter färben sich, wenn man zu helles Tageslicht beim Tonen verwendet.

Fixirfehler.

1) Es bilden sich Streifen in Folge ungleichmäfsigen Eintauchens in der Fixirlösung, oder Flecke vom Aufspritzen derselben auf noch nicht eingetauchte Bilder (s. S. 304).

2) Gelbliche Punkte (oft erst später auf den fertigen Bildern sichtbar werdend). Ursache: Luftblasen im Papier; Abhülfe: tüchtiges Schütteln jedes einzelnen Blattes beim Einlegen in die Fixirlösung oder Abpinseln.

3) Das Fixirbad ist alt (s. S. 319).

4) Wolkenartige Flecke rühren von zu kurzem Fixiren her.

Waschfehler nach dem Fixiren.

1) Die Bilder bekommen Pocken (s. S. 312); 2) sie kleben am Waschgefäfs aneinander oder an der Wandung und werden in Folge dessen durch zurückbleibenden Natrongehalt rasch gelb (S. 305); 3) sie werden ungenügend gewaschen (S. 305) (Natronprobe).

Fehler beim Fertigmachen.

1) Gefahr beim Trocknen zwischen Fliefspapier (S. 306); Cartonfehler (S. 306); 2) Kleisterfehler (S. 307); 3) Satinirfehler (S. 308).

Sach- und Namenregister.

A W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Berichtigungen.

S. 7 Z. 17 v. o. lies Becquerel statt Bequerel.

„ 17 „ 19 v. o. „ Salzbildner statt Salzbilder.

„ 35 „ 24 v. o. „ Drusen statt Drüsen.

„ 50 „ 2 v. u. „ photographische statt graphische.

„ 62 „ 8 v. u. „ Goldchlorür statt Goldchloriür.

„ 63 „ 15 v. o. „ 2H Cl statt H Cl.

„ 66 „ 6 v. u. „ wie eine gewöhnliche gravirte statt von einer gewöhnlichen gravirten.

„ 72 „ 22 v. o. „ unterchlorigen statt unterchlorigsauren Säure.

„ 73 „ 9 v. o. „ Salzbildner statt Salzbilder.

„ 77 „ 19 v. o. „ Nordhäuser statt Nordhauser.

„ 96 „ 22 v. o. „ SO_3 statt SO.

„ 102 „ 26 v. o. „ absoluten statt ahsoluten.

„ 103 „ 2 v. u. „ Graham-Otto statt Graham, Otto.

„ 104 „ 16 v. o. „ Bromnatrium statt Jodnatrium.

„ 113 „ 7 v. u. „ in Rives bei Paris statt Rives in Paris.

„ 123 „ 6 v. u. „ Fraunhofer statt Frauenhofer.

„ 127 „ 3 v. u. „ Becquerel statt Bequerel.

„ 139 „ 8 v. o. „ 27° statt 21.

„ 140 „ 22 v. o. „ Petersburg statt Island.

„ 153 Anmerk. Z. 15 v. o. ist das (II) zu streichen und der folgenden Formel $\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a}$ vorzusetzen.

„ 153 „ „ 19 v. o. lies (III) $\frac{ap}{a-p} = \alpha$ statt (III) $\frac{ap}{a-p}\,\alpha$.

„ 153 „ „ 25 v. o. „ $\alpha = \frac{rr'}{(n-1)(r+r')}$.

„ 154 „ „ 8 v. o. „ erlaubte Winkelöffnung statt Winkelöffnung.

„ 158 Z. 22 v. o. lies im umgekehrten Verhältnifs statt im Verhältnifs.

„ 162 „ 17 v. o. „ f' statt f.

„ 163 „ 9 v. o. „ weiter statt wieder.

„ 164 „ 13 v. u. „ $o'p + pf'$ stat $op + pf'$.

„ 166 „ 18 v. o. „ Linse statt Axe.

„ 172 „ 16 v. u. „ diese sich statt diese.

„ 184 „ 28 v. o. „ 36 Linien statt Zoll.

„ 187 „ 1 v. u. „ existiren statt existirten.

„ 189 „ 2 v. u. „ kleiner statt gröfser.

„ 200 „ 22 v. o. „ Brennweite statt Brennweiten.

„ 224 „ 14 v. o. füge hinzu: siehe Seite 235.

„ 224 „ 18 v. o. lies das äufsere Bild statt das Bild.

„ 225 „ 16 v. u. „ von vorn, von oben und etc. statt von oben und etc.

„ 239 „ 14 v. o. „ Vorsetzstücke statt Versatzstücke.

„ 249 „ 16 v. u. „ ein statt an.

„ 253 „ 15 v. u. „ seltsam wirkt statt seltsam ist.

„ 255 „ 11 v. o. „ Dennoch statt Demnach.

„ 264 „ 19 v. u. „ deshalb statt dashalb.

„ 266 „ 6 v. o. „ giefsen statt silbern.

„ 269 „ 23 v. o. „ Man setzt die Platte senkrecht hinein; senkt sie etc.

„ 271 „ 20 v. u. ist das Wort nicht zu streichen.

„ 291 „ 11 v. u. lies ein statt 1.

„ 371 „ 21 v. o. fehlt der Schlufs der Klammer).

„ 475 „ 21 v. u. lies dem statt den.